Methodik der Untersuchungen

bei der

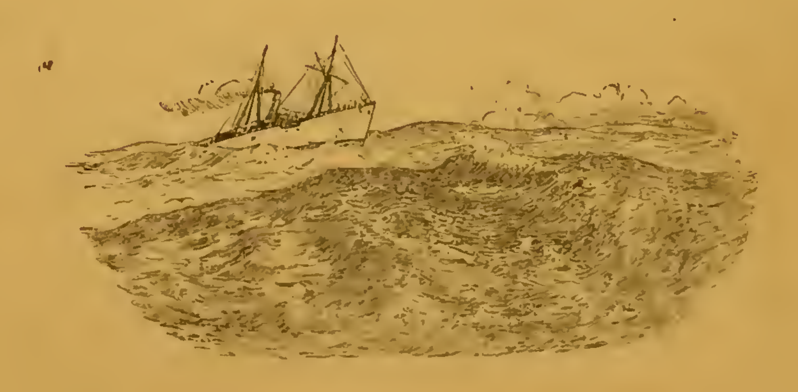
Plankton-Expedition.

Von

Dr. V. Hensen,

Professor der Physiologie in Kiel.

Mit 14 Figuren im Text, 11 Tafeln und 1 Karte.



KIEL UND LEIPZIG.

VERLAG VON LIPSIUS & TISCHER.

1895.

Ergebnisse*)

der

in dem Atlantischen Ocean

von Mitte Juli bis Anfang November 1889

ausgeführten

Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung.

Auf Grund von

gemeinschaftlichen Untersuchungen einer Reihe von Fach-Forschern

herausgegeben von

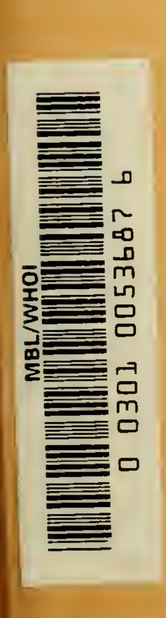
Victor Hensen,

Professor der Physiologie in Kiel.

Bd. I. A. Reisebeschreibung von Prof. Dr. O. Krümmel, nebst Anfügungen einiger Vorberichte über die Untersuchungen.
B. Methodik der Untersuchungen von Prof. Dr. V. Hensen.
C. Geophysikalische Beobachtungen von Prof. Dr. O. Krümmel.
Bd. II. D. Fische, von Dr. G. Pfeffer.
E. a. A. Thaliaceen von M. Traustedt.
B. Vertheilung der Salpen von Dr. C. Apstein.
C. Vertheilung der Dolioden von Dr. A. Borgert.
b. Pyrosomen von Dr. O. Seeliger.
c. Appendicularien von Dr. H. Lohmann.
F. a. Cephalopoden von Dr. Pfeffer.
b. Pteropoden von Dr. P. Schiemenz.
c. Heteropoden von demselben.
d. Gastropoden mit Ausschluss der Heteropoden und Pteropoden, von Dr. H. Simroth.
e. Acephalen von demselben.
f. Brachiopoden von demselben.
G. a. α. Halobatiden von Prof. Dr. Fr. Dahl.
β. Halacarinen von Dr. Lohmann.
b. Decapoden und Schizopoden von Dr. A. Ortmann.
c. Isopoden, Cumaceen u. Stomatopoden v. Dr. H. J. Hansen.
d. Phyllopoden und Cirripeden von demselben.
e. Ostracoden von demselben.
f. Amphipoden von Prof. Dr. Dahl.
g. Copepoden von demselben.
H. a. Rotatorien von Prof. Dr. Zelinka, Graz.
b. Alciopiden und Tomopteriden von Dr. C. Apstein.
c. Pelagische Phyllodociden und Typhloscoleciden von Dr. J. Reibisch.
d. Wurmlarven von Dr. Apstein.
e. Sagitten von Prof. Dr. K. Brandt.
f. Turbellarien von Prof. Dr. A. Lang.
g. Turbellaria acoela von Dr. L. Böhmig.
J. Echinodermenlarven von Th. Mortensen (Assistent am zoologischen Institut in Giessen).
a. Ctenophoren von Prof. Dr. C. Chun.
b. Siphonophoren von demselben.
c. Craspedote Medusen von Dr. O. Maas.
d. Akalephen von Dr. E. Vanhöffen.
e. Anthozoen von Prof. Dr. E. van Beneden.
Bd. III.–L. a. Tintinnen von Prof. Dr. Brandt.
b. Holotriche und peritriche Infusorien, Acineten von Dr. Rhumbler.
c. Foraminiferen von demselben.
d. Thalassicollen, koloniebildende Radiolarien von Prof. Dr. Brandt.
e. Spumellarien von Dr. F. Dreyer.
f. Akantharien von demselben.
g. Monopylarien von demselben.
h. Tripylarien von Dr. Borgert.
i. Taxopoden und neue Protozoen-Abtheilungen von Prof. Dr. Brandt.
Bd. IV. M. a. A. Peridineen allgemeiner Theil von Prof. Dr. F. Schütt.
B. Specieller Theil von Prof. Dr. F. Schütt.
b. Dictyocheen von Dr. Borgert.
c. Pyrocysteen von Prof. Dr. Brandt.
d. Bacillariaceen von Prof. Dr. Schütt.
e. Halosphaereen von demselben.
f. Schizophyceen von Prof. Dr. N. Wille und Prof. Dr. Schütt.
g. Bakterien des Meeres von Prof. Dr. B. Fischer.
N. Cysten, Eier und Larven von Dr. Lohmann.
Bd. V. O. Uebersicht und Resultate der quantitativen Untersuchungen, redigirt von Prof. Dr. Hensen.
P. Oceanographie des atlantischen Oceans unter Berücksichtigung obiger Resultate von Prof. Dr. Krümmel unter Mitwirkung von Prof. Dr. Hensen.
Q. Gesammt-Register zum ganzen Werk.

*) Die unterstrichenen Theile sind bis jetzt (Mai 1895) erschienen.




MBL/WHOI
0 0301 0053687 6



Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung.
Bd. I. B.

Methodik der Untersuchungen

von

Dr. Victor Hensen,
Professor der Physiologie in Kiel.

Mit 14 Figuren im Text, 11 Tafeln und 1 Karte.

Kiel und Leipzig,
Verlag von Lipsius & Tischer.
1895.





Inhalts-Verzeichniss.



Einleitung.

Die Methodik der Planktonuntersuchung umfasst fast das ganze Gebiet der zoologisch-botanischen Untersuchungen auf hoher See mit Ausnahme der Grundnetzfischerei, doch soll auch diese hier einige Berücksichtigung finden, theils deshalb, weil sie von uns nebenher betrieben wurde, theils weil eine so zusammenfassende Darstellung, wie die nachfolgende, hier kein Vacuum lassen darf. Die physikalischen und chemischen Untersuchungen finden an anderen Stellen dieses Werks Berücksichtigung. (Bd. I, C.)

Die Darlegungen knüpfen an die von mir gemachten Einrichtungen und die damit gewonnenen Erfahrungen an und werden daher zugleich zu einer technischen Beschreibung unserer Fahrt, auch wird das Untersuchungsverfahren für die Plankton-Fänge auf Grund unserer Erfahrungen ausführlich mitgetheilt. Ueberall wird geprüft, welche Mängel den beschriebenen Methoden noch anhaften, auch werden Verbesserungsvorschläge gemacht. Ein für allemal sei aber hervorgehoben, dass jede Neuerung an dem Verfahren zuvörderst der praktischen Prüfung bedarf, ehe man sich ihr anvertrauen kann; namentlich auf See kann durch minimale Fehler grosser Schaden entstehen.

Für meine Methodik fehlen Anfänge aus früherer Zeit, sie ist gewissermassen aus einem Guss, daher ist eine grosse Strenge in der Systematik der Darlegung nicht unbedingt erforderlich gewesen und im Interesse des Lesers zu Gunsten der Einheitlichkeit des Gedankengangs etwas gemildert worden [1]).

Die Anzahl der Hochsee-Expeditionen, aus denen die Wissenschaften Vortheil gezogen haben, sind recht zahlreich. Am wenigsten werthvoll sind bei den älteren Reisen vielleicht die astronomisch-geographischen Bestimmungen, denn obgleich meistens ein eigener Astronom mitgegeben wurde, macht doch heute ein Steuermann wohl bessere Bestimmungen, als die waren, die mit den früheren mangelhaften Apparaten erreicht wurden. Am meisten Werth haben die älteren Reisen wohl für die Anthropologie, für die Fauna und Flora der Länder ist auch Vieles gewonnen worden, auch hat man oft Pflanzen und Thiere ausgesetzt. Für die Organismen der hohen See beziehen sich die Angaben vorzüglich auf die grossen und auffallenden Formen, auf Färbungen des Meeres und Leuchten desselben, sowie auf Thierschwärme. Ich glaube, dass eine historisch-kritische Darstellung der erlangten Resultate, nach den bezeichneten Gebieten gesondert, eine nicht unnütze Aufgabe sein würde, ich muss mich aber auf eine sehr kurze

[1]) Da die zu besprechenden Dinge sehr verschiedenartig sind und den Einen Dies, den Anderen Jenes mehr interessiren dürfte, habe ich Wiederholungen nicht ganz vermieden. Dabei handelt es sich dann um Beziehungen und Ausführungen der schon früher erwähnten Thatsachen, die vorher nicht gegeben werden konnten, sondern die grade in den bezüglichen Abschnitt hinein gehören.

Uebersicht der Reisen, noch dazu unter Fortlassung der arktischen Reisen, beschränken. Nach Forster (1, Einleitung, S. 2) wurden, seit Magellan 1519 die Erde zum ersten Mal umschiffte bis 1766, 7 spanische, 3 holländische, 4 englische und 2 französische Expeditionen gemacht und beschrieben. 1766—89 ging Bougainville mit LA BOUDEUSE und LA FLUTE L'ETOILE um die Erde. Er bezeichnet die Fahrt als die erste französische, nämlich wohl officielle, Untersuchungsfahrt. Gleichzeitig machte England drei von Cook geführte Erdumsegelungen, während zugleich Surville und Kerguelen im Dienst der französisch-ostindischen Compagnie Expeditionen führten. Cook war auf seiner ersten Reise von Banks als Naturforscher begleitet, auf der zweiten Reise gingen Forster und Sohn mit, von letzterem haben wir eine sehr ausführliche und frisch geschriebene Beschreibung der Reise (1). Es gingen zwei Schiffe ab, RESOLUTION und ADVENTURE, ersteres von 336 Tonnen mit 112 Mann Besatzung. Die ganzen Kosten der Reise von 1772—75 betrugen 500 000 Mk. Die letzte Reise von Cook geschah ohne Naturforscher an Bord. Für längere Zeit unterblieben nun diese Art Reisen, bis 1800—1804 auf Drängen der französischen Akademie der erste Konsul GEOGRAPHE, NATURALISTE und CASUARINA ausschickte. Von 23 Gelehrten, die er mitgab, hielt nur Péron aus und neben ihm Lesueur, der als freiwilliger Matrose die Fahrt mitmachte. Von ihm und Petit wurde zur Reisebeschreibung ein grosser Atlas, der u. a. einige bekannte Hochseeformen giebt, herausgegeben. Auf der Rückreise wurden bei Mauritius plötzlich alle Tagebücher u. s. w. eingefordert und in eine grosse Kiste gepackt, ein Eingriff, der in nicht ganz unähnlicher Weise noch in nicht so gar ferner Zeit geschehen zu sein scheint und dem man sich auf einem Kriegsschiff unterwerfen muss. Auf solcher Seereise sind einzelne persönliche Aergernisse einfach unvermeidlich; meistens haben die Naturforscher nach der Rückkehr diese Art Vorfälle nicht für der Erwähnung werth gehalten, dagegen sind sie, nach einigen mir bekannt gewordenen Fällen, von den Officieren als genügend wichtig in die officiellen Berichte aufgenommen, womit dann kein Nutzen, aber meistens allseitiger Schaden geschah. Die sehr erhebliche Verschiedenheit der Interessen trübt das Urtheil auf beiden Seiten.

1817—20 nahm man in Frankreich die Erdumsegelung von Neuem auf. L'URANIE und PHYSICIENNE gingen aus mit Quoy und Gaimard, es folgte COQUILLE 1822—25, THETIS und ESPÉRANCE 1824—26 mit Demoulin und Blanchard an Bord. Die erste Reise des ASTROLABE mit Lesson als Begleiter wurde 1826—29 vollendet, dann folgte FAVORITE mit Laplace 1830—32, und 1836—37 LA BONITE mit Eydoux und Souleyet, endlich 1837—40 wieder ASTROLABE und ZELEÉ unter ihrem alten Kapitän Dumont D'Urville (wenn ich nicht irre), diesmal nur mit Aerzten an Bord, die noch dazu mit dem Kapitän streiten mussten. Darauf hörten dann auch hier solche Untersuchungsfahrten auf.

Inzwischen hatte auch Russland unter Kapitän Kotzebue's Führung zwei Reisen machen lassen, die erste mit RURIK etwa 1816, mit Chamisso, der unter manchen Leiden doch so glücklich war, den Generationswechsel der Salpen zu erkennen, die zweite 1823—26 mit PREDPRIATIE und mit Eschholtz an Bord. 1803—1807 hatte v. Langdorf mit Krusenstern als Kapitän und Tilesius als Naturforscher eine Erdumsegelung gemacht.

Von England ging 1836—42 Kapitän Belcher mit SULPHUR und 43—46 mit SAMERANG, an

Bord als Naturforscher Adams, um den Erdkreis, und 1831—36 machte Charles Darwin als Naturforscher des BEAGLE seine Reise um die Erde. Viele Expeditionen gingen in die arktischen Gewässer.

Auch Deutschland hat sich nach Kräften betheiligt, da es den Naturforscher Meyen mit dem Schiff der Seehandlung PRINZESS LUISE 1830—32 um die Erde gehen liess.

Alle diese Expeditionen haben im Ganzen hauptsächlich politische, merkantile und soldatische resp. geographische Interessen verfolgt, die naturwissenschaftlichen Interessen bildeten dabei mehr Nebensache.

Die Aufträge, die den Führern ertheilt wurden, sind häufig nicht bekannt geworden und mir jedenfalls nicht zugänglich. Mit einigen Bedenken möchte ich den 39 Expeditionen dieser Art noch hinzurechnen die Erdumsegelung der dänischen Korvette GLATHEA 1845—47 mit dem Kieler Zoologen Behn an Bord, welche, obgleich zu keiner besonderen Veröffentlichung Anlass gebend, doch vielfach Reisen, so die von Semper angeregt hat, ferner der schwedischen Fregatte EUGENIE, 1851—53 (**2**), die österreichische Reise der NOVARA (**3**), die deutsche der GAZELLE (**4**) und die des WASHINGTON und des VETTOR PISANI mit dem Lieutenant Chierchia (**5**) an Bord.

Die erste Unternehmung mit grösserem Seeschiff, die ausschliesslich oder doch ganz vorwiegend wissenschaftlichen Zwecken gewidmet war, ist die Exploring-Expedition der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika 1838—42, mit Dana, Gould, Asa Gray und anderen Forschern an Bord und gekrönt durch sehr reiche Resultate.

1867 begannen in Amerika neue Untersuchungen namentlich der Tiefenbewohner der See an den Küsten, zunächst unter Bache und Peirce mit CORVIN und BIBB. 1871 und 72 ging Louis Agassiz mit dem HASSLER an die südamerikanische Küste (**6**), dann ging Alexander Agassiz nach den Antillen mit dem BLAKE, später machte die TUSCARORA eine Expedition und neuerdings dient der ALBATROSS, wie ich glaube speciell für den Zweck gebaut, jährlichen Untersuchungsfahrten, die noch jetzt fortdauern und eine enorme Ausbeute ergeben. Auf die dabei erworbenen technischen Fortschritte habe ich zurück zu kommen.

In England begannen, angeregt durch mancherlei Erfahrungen, die auf ein energisches Leben in der Tiefe deuteten, Expeditionen mit LIGTHENING und PORCUPINE unter Carpenter's und Wyville Thomsen's Leitung. Schon 1873—76 trat man dort die Erdumsegelung mit dem CHALLENGER an, wiederum unter Thomsen's Führung. Diese ausgezeichnete Expedition führte zum ersten Mal ausgiebige Fischereien in bedeutender Zahl und in erheblichen Tiefen aus und bewies, dass dort, wenigstens recht häufig, noch energisches Leben vorhanden sei. Ihre Ausführung war meines Erachtens musterhaft, ihre Resultate sind grossartig (**7**).

Es folgten 1880 französische Expeditionen unter A. Milne-Edwards mit dem TRAVAILEUR und 1883 mit dem TALISMAN (**8**), die, obgleich von geringerer Ausdehnung, eine erstaunliche Menge von Tiefseezügen machten, den grössten Erfolg bezüglich der Ausbeute hatten und durch sehr schöne populäre Werke grosse Aufmerksamkeit erregt haben (**8** A.).

In Deutschland hatte die Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere mit dem Aviso POMMERANIA 1871 einige Expeditionen in der Nordsee und Ostsee unternommen. Später gingen Expeditionen mit dem Dampfboot der Handelsmarine HOLSATIA sowohl bis über die Hebriden hinaus in den Ocean, als auch (für die Sektion für Küsten- und Hochseefischerei) in

die östliche Ostsee (**9**). Dann folgte die Plankton-Expedition des NATIONAL. Alle diese deutschen Expeditionen sind klein und von sehr kurzer Dauer gewesen, aber sie zeichnen sich wohl durch die sehr vollkommene Ausnutzung des Materials und durch frühzeitige Aufnahme der physikalisch-geographischen Studien der Bewegung und Beschaffenheit des Wassers aus. Ich wage zu sagen, dass, wenn nur die Mitarbeiter treu bleiben, auch die Plankton-Expedition sich durch sehr eingehende Verwerthung ihrer Resultate auszeichnen wird.

Sehr wichtige Meeresstudien verdanken wir ferner dem Fürsten Albert von Monaco mit der HIRONDELLE (**10**), einem kleineren, ihm selbst gehörigen Schiff, dem nunmehr die PRINZESSE ALICE nachfolgt. Nichts kann erwünschter sein, als diese Art von Unternehmungen auf eigenem Schiff. Sie sind freilich mit meistens kleinen Schiffen nicht ohne Gefahr, sodass der talentvolle Zoologe Fol zum allgemeinen Bedauern bei der ersten Fahrt mit seinem Schiff einen frühen Tod in den Wellen gefunden hat.

Zu dieser Art von Untersuchungen ist ferner noch zu rechnen die skandinavische Untersuchungsserie mit dem Handelsdampfschiff VOERINGEN (**11**) und die dänische Untersuchung von Dr. Petersen mit dem Kanonenboot HAUCH (**12**). Ich bedaure lebhaft, der vielen arktischen Expeditionen hier nicht gedenken zu können. Es waren in der Mehrzahl kühne und aufopfernde Unternehmungen auf kleinen Schiffen, zum Theil durch Sammlungen Privater ausgerüstet. So die deutschen Nordfahrten unter Koldewey, die holländische Expedition des WILLEM BARENTS in den sechs Jahren 1878—85, jedesmal mit einem anderen Zoologen an Bord, so die skandinavische Umsegelung Sibiriens von Nordenskiöld. Ich wiederhole aber noch einmal, dass eine gedrängte historische und kritische Bearbeitung der biologischen Ergebnisse aller wissenschaftlichen Seereisen ein Erforderniss ist; eine Bearbeitung mit dem doppelten Zweck, unser Gewissen zu entlasten, weil wir diese Reisebeschreibungen nicht mehr lesen können und doch den Vorgängern gerecht werden möchten und zweitens dem, das Errungene klar zu stellen, Wiederholungen gesicherter Thatsachen zu vermeiden und den Weg neuer Forschungen durch Registrirung des Erreichten zu ebnen.

Ehe ich zu den einzelnen Abschnitten der Methodik übergehe, will ich eine Uebersicht der Reiseroute und der Fänge geben. Alle quantitativen Fänge des Planktonnetzes sind mit getrennter Nr. geführt und vor die Zahl wurde stets Pl. geschrieben, alle anderen Fänge zählten zusammen unter dem Vorzeichen J. N. Erstere Zahlen sind auf der Karte Tafel I mit rother Farbe eingetragen. Die getrennte Zählung hat meines Wissens keinen Anlass zu Irrungen gegeben, sie bietet dagegen Vortheile für die Uebersichtlichkeit bei der Bearbeitung und bei der Publikation. Vielleicht wäre es zweckmässig, die eine Serie mit I, die andere mit 501 beginnen zu lassen, aber ein Stück weisses Papier und eine Bleifeder muss immer genügen können, um einen Fang unzweifelhaft kenntlich zu machen, auch sollte man nie über drei Serien hinausgehen, so wünschenswerth auch später Sonderungen sein werden, die am Lande auch stets gut auszuführen sind.

Die nachfolgende Aufzählung unserer Fänge ist ursprünglich von Hrn. Dr. Schütt aufgestellt und nur noch von mir mit einigen Bemerkungen versehen worden. Es ist zu beachten, dass die Abtrifft des Schiffes, grösstentheils nach Krümmel I, C. bestimmt, immer den Zug des Vertikal- oder Planktonnetzes verlängert hat. Kam das Netz also statt auf die Tiefe X auf die Tiefe X — n, so durchlief es beim Aufziehen die Strecke X + n, weil Auf- und Absteig des Netzes gleich rasch waren.

Vergleichstabelle der Journalnummern, Stationen und Positionen der Plankton-Expedition 1889.

Tabelle I. Journalnummern.

(Bezeichnung J. N.)

J. N.	Station	Netz	Tiefe, Meter nach Ablesung	Tiefe, Meter nach Abtrifft	J. N.	Station	Netz	Tiefe, Meter nach Ablesung	Tiefe, Meter nach Abtrifft
1	(VII.) Juli 19 a	V	0—100	100	25	(VII.) Juli 28 a	C	0	5 : 3′
2	» 19 b	L	1524		26	» 28 b	C	0	5 : 3′
3	» 19 b	D	1524		27	» 29 a	V	0—500	500
4	» 20 a	V	0—400	400	28	» 29 a	S	1800—2000	2000
5	» 20 b	H	0	o	29	» 29 a	K	0	
6	» 21 a	C	0	ca. 25 : 1′	30	» 29 b	K	0	
7	» 21 a	C	0	ca. 15 : 1′	31	» 29 b	V	0—300	300
8	» 21 b	C	0	ca. 3 : 2′	32	» 29 b	H	0	
9	» 22 a	V	0—400	400	33	» 29 c	K	0	
10	» 22 a	S	800—1000	1000	34	» 30 a	V	[2]	
11	» 22 b	C	0	ca. 2 : 2′	35	» 30 b	C	0	5 : 4′
12	» 22 b	S	0 [1]		36	» 30 d	C	0	25 : 3′
13	» 22 b	L	2400		37	» 31 b	C	0	25 : 5′
14	» 22 b	K	0		38	(VIII.) Aug. 1 a	C	0	5 : 2′
15	» 23 a	V	0—600	540	39	» 1 c	C	0	5 : 2′
16	» 23 a	V	0—100	90	40	» 2 a	S	0—30	
17	» 24	K	0		41	» 2 a	S	0—800	800
18	» 24	C	0	15 : 2′	42	» 2 a	S	0—750	750
19	» 25 a	V	0—400	Abtrifft ziemlich bedeutend	43	» 2 a	C	0	5 : 6′
20	» 25 a	K	0		44	» 2 b	K	0	
21	» 25 b	C	0	5 : 2′	45	» 2 b	V	0—200	200
22	» 26	C	0	5 : 2′	46	» 2 b	H	0	
23	» 26	S	0 [1]		47	» 3 a	V	0—300	300
24	» 27 b	C	0	5 : 3′	48	» 3 a	S	0—200	200

Zeichenerklärung.

Pl. = quantitative Planktonfänge mit Separatnummern.
J. N. = Journalnummern.
A = Angel oder Harpune.
Aug. = August.
C = Cylindernetz.
D = Dredge.
E = Eimer.
H = Horizontalnetz.
J = Juli.
K = Kätscher und andere Oberflächenfänge.
L = Lothung + Grundprobe.
N = November.
O = Oktober.
0 = Tiefe. o = auf oder nahe unter der Oberfläche.
P = Planktonnetz.
S = Schliessnetz.
Sept. = September.
T = Treibnetz.
Tr = Trawl.
V = Vertikalnetz. { Netz Nr. 1 Juli. » » 2 August—November. }
W = Wagennetz.

Das Zeichen ′ bedeutet: Seemeile (1 Bogenminute).

Anmerkungen.

[1]) Horizontal gezogen.
[2]) Netz verloren.
[3]) Als Schwebnetz horizontal gezogen.
[4]) Fang unvollständig oder nicht aufbewahrt.

Wo die Tiefe durch Abtrifft verringert wurde, ist der Zug des Netzes um die gleiche Grösse verlängert worden. war also z. B. bei einem Tiefenstand von nur 180 Meter, anstatt 200 Meter: 220 Meter, in der Tiefe 180 bis 0.

J. N.	Station	Netz	Tiefe, Meter	
			nach Ablesung	nach Abtrifft
49	(VIII.) Aug. 3 b	K	0	
50	» 3 b	V	0—200	200
51	» 3 b	S	0—100	100
52	» 3 b	S	400—600	600
53	» 4 a	S	300—500	500
54	» 4 a	K	0	
55	» 4 a	V	0—400	400
56	» 4 a	C	0	10 : 5′
57	» 4 b	K	0	0
58	» 4 c	V	0—300	300
59	» 5 a	V	0 [1])	
60	» 5 a	V	0—300	300
61	» 5 b	H	0	5
62	» 6	V	0—400	400
63	» 10	Tangles.	700	700
64	» 11 a	V	0—400	400
65	» 11 a	S	500—700	700
66	» 11 b	S	700—900	900
67	» 11 b	H	0	
68	» 12	V	0—400	400
69	» 12	S	900—1100	1100
70	» 12	L	5245	
71	» 12	A	0	
72	» 12	H	0	
73	» 13 a	V	0—400	400
74	» 13 a	A	0	
75	» 13 a	K	0	
76	» 13 b	C	0	10 : 3′
77	» 14 b	K	0	
78	» 14 b	K	0	
79	» 14 b	S	1400	missglückt.
80	» 15 a	V	0—400	390
81	» 15 a	K	0	
82	» 15 a	P	0—100	93
83	» 15 b	V	0—400	390
84	» 15 b	K	0	
85	» 16 a	K	0	
86	» 16 a	V	0—400	400
87	» 16 a	S	0—200	200
88	» 16 b	V	0—400	400
89 a	» 16 b	T	0	
89 b	» 16 b	K	0	
90	» 17 a	K	0	
91	» 17 a	V	0—400	400
92	» 17 a	S	450—650	430—630
93	» 17 a	K	0	

J. N.	Station	Netz	Tiefe, Meter	
			nach Ablesung	nach Abtrifft
94	(VIII.) Aug. 17 b	V	0—400	Abtrifft, aber nicht bestimmbar.
95	» 17 b	K	0	
96	» 17 b	S	650—850	
97	» 18 a	K	0	
98	» 18 a	H	0	
99 a	» 18 a	V	0—400	400
99 b	» 18 a	V	0—400	400
100	» 18 a	S	1300—1500	1500
101	» 18 b	K	0	
102	» 18 b	V	0—400	400
103	» 19 a	K	0	
104	» 19 a	V	0—400	350
105	» 19 a	S	1300—1500	1264—1464
106	» 19 a	P	0—200	195
107	» 19 b	K	0	
108	» 19 b	V	0—400	390
109	» 19 b	S	1800—2000	1728—1928
110	» 20 a	V	0—400	370
111	» 20 a	K	0	
112	» 20 a	S	800—1000	930
113	» 20 b	V	0—400	335
114	» 21 a	V	0—400	390
115	» 21 a	L		
116	» 21 a	K	0	
117	» 21 b	V	0—400	400
118	» 22 a	V	0—400	375
119	» 22 a	S	1500—1700	1400—1600
120	» 22 b	V	0—400	390
121	» 22 b	K	0	
122	» 22 b	S	2000—2200	1860—2060
123	» 23 a	K	0	
124	» 23 a	V	0—400	365
125	» 23 a	S	2800—3000	2650—2850
126	» 23 a	P	0—100	—94
127	» 23 b	V	0—400	365
128	» 23 b	S	400—600	345—545
129	» 23 b	K	0	
130	» 24	C [4])	0	10 : 3′
131	» 25 a	K	0	
132	» 25 a	V	0—400	375
133	» 25 b	K	0	
134	» 25 b	S	a 600—800 b 200—400	600—800 200—400
135	» 26 a	V	0—400	355
136	» 26 a	P	0 [1])	
137 a	» 26 a	K	0	
137 b	» 26 b	K	0	

J. N.	Station	Netz	Tiefe, Meter nach Ablesung	Tiefe, Meter nach Abtrifft
138	(VIII.) Aug. 26 b	L	4980	
139	» 26 b	D	4980	
140	» 29	D	1200	
141	» 30 a	V	0—500	500
142	» 30 a	P	0—100	100
143	» 30 b	Tr	50	50
144	» 30 b	Tr	160	160
145	(IX.) Sept. 1 a	V	0—400	390
146	» 1 b	V	0—400	390
147	» 1 b	K	0	
148	» 2	V	0—400	365
149	» 2	K	0	
150	» 2	S	0—1000	670—870
151	» 2	H	0	
152	» 3 a	K	0	
153	» 3 a	V	0—400	Abtrifft unter d. Schiff.
154	» 3 a	S	800—1000	
155	» 3 a	P	0—200	
156	» 3 a	E	0	
157	» 3 b	K	0	
158	» 3 b	Tr	4000	
159	» 4 a	V	0—400	365
160	» 4 a	S	1000—1200	890—1090
161	» 4 a	P	0—100	90
162	» 4 a	K	0	
163	» 4 b	K	0	
164	» 4 b	V	0—400	365
165	» 4 b	S	200—400	190—390
166	» 4 b	S	0—180	175
167	» 5 a	V	0—400	398
168	» 5 a	S	450—650	450—650
169	» 5 a	P	0—100	100
170	» 5 a	S	700—900	900
171	» 5 a	K	0	
172	» 5 b	K	0	
173	» 5 b	V	0—400	350
174	» 5 b	H	0	
175	» 5 b	S	1300—1500	1100—1300
176	» 6 a	K	0	
177	» 6 a	V	0—500	435
178	» 6 a	P	0—100	90
179	» 6 b	K	0	
180	» 6 b	V	0—400	350
181	» 6 b	S	500—700	375—575
182	» 7 a	V	0—400	sehr starke Abtrifft
183	» 7 a	K	0	
184	(IX.) Sept. 7 b	V	0—500	sehr starke Abtrifft
185	» 7 b	K	0	
186	» 8 a	V	0—400	400
187	» 8 a	P	0—100	100
188	» 8 b	V	0—400	390
189	» 8 b	K	0	
190	» 9 a	V	0—400	380
191	» 9 a	K	0	
192	» 9 a	P	0—109	107
193	» 9 b	K	0	
194	» 9 b	V	0—400	390
195	» 10 a	V	0—400	400
196	» 10 a	P	0—100	100
197	» 10 a	K	0	
198	» 10 a	S	600—800	585—785
199 a	» 10 b	Tr	720	
199 b	» 10 b	K	0	
200	» 11	D	20	
201	» 12	Tr	120	
202	» 12	Tr	240	
203	» 13	V	0—400	370
204	» 14 a	V	0—400	400
205	» 14 a	P	0—100	93
206	» 14 b	V	0—400	400
207	» 15 a	V	0—400	400
208	» 15 a	A	0	
209	» 16 a	V	0—400	400
210	» 16 a	K	0	
211	» 16 a	P	0—100	93
212	» 16 b	K	0	
213	» 16 b	V	0—400	400
214	» 16 b	Tr	ca. 200 [3])	
215	» 16 b	K	0	
216	» 17 a	V	0—400	400
217	» 17 b	C	0	5 : 3′
218	» 18 a	V	0—400	400
219	» 18 a	K	0	
220	» 18 b	S	600—800	600—800
221	» 18 b	K	0	
222	» 18 b	C	0	10 : 4′
223	» 19 a	V	0—500	500
224	» 19 a	K	0	
225	» 19 b	T	ca. 200 [3])	
226	» 19 b	C	0	10 : 1′
227	» 19 b	K	0	
228	» 20 a	V	0—600	600

J. N.	Station	Netz	Tiefe, Meter nach Ablesung	Tiefe, Meter nach Abtrifft	J. N.	Station	Netz	Tiefe, Meter nach Ablesung	Tiefe, Meter nach Abtrifft
229	(IX.) Sept. 20 a	P	0—50	50	254	(X.) Okt. 12	K	0	starke Abtrifft aber nicht bestimmbar
230	» 20 a	C	0	?	255	» 13	V	0—500	
231	» 20 b	V	0—400	400	256	» 13	P	0—50	23
232	» 21	V	0—400	400	257	» 13	K	0	
233	» 21	P	0—100	97	258	» 14	C	0	10 : 3′
234	» 21	C	0	10 : 5′	259	» 15	C	0	10 : 3′
235	» 22 a	V	0—400	400	260	» 16	V	0—400	375
236 a	» 22 b	W	50—100		261	» 16	P	0—61	61
236 b	» 22 b	D	50—100		262	» 17	C	0	10 : 3′
237	» 23 a	P	0—35		263	» 18	V	0—400	390
238	» 23 a	V	0—35		264	» 19	V	0—400	390
239	» 23 b	K	0		265	» 19	K	0	
240	(X.) Okt. 5 a	P	0—35		266	» 20	K	0	
241	» 5 a	V	0—35		267	» 20	V	0—400	400
242	» 5 a	E	0		268	» 20	P	0—53	53
243	» 8 a	V	0—13		269	» 20	S	3250—3450	— 3450
244	» 8 b	W	23		270	» 27	V	0—80	80
245	» 8 b	K	0		271	» 28	V	0—400	400
246	» 9	V	0—400	etwas Abtrifft	272	» 29	V	0—350	350
247	» 9	K	0		273	» 29	K	0	
248	» 9	S	2000 M.? zerrissen!	—	274	» 30	V	0—400	390
249	» 10	C	0	10 : 3′	275	(XI.) Nov. 1	C	0	10 : 3′
250	» 11	V	0—400	400	276	» 2	V	0—94	94
251	» 11	P	0—50	23	277	» 4	V	0—28	28
252	» 12	V	0—400	starke Abtrifft aber nicht bestimmbar	278	» 4	P	0—28	28
253	» 12	P	0—50 [4]						

Tabelle II. Quantitative Planktonfänge.

(Bezeichnung Pl.)

Nach dem Journal				Volumen der Fänge cc. (Cubiccm.)			Nach dem Journal				Volumen der Fänge cc. (Cubiccm.)		
Nr.	Station	Tiefe, Meter nach Ablesung	Tiefe, Meter nach Abtrifft	Schleim und mikros. Theile	mikroskop. Theile	ganzes Volumen	Nr.	Station	Tiefe, Meter nach Ablesung	Tiefe, Meter nach Abtrifft	Schleim und mikros. Theile	mikroskop. Theile	ganzes Volumen
1	Juli 19 a α	100	100	13	9	22	14	Juli 23 b β	400	300	206	2,5	208,5
2	» 19 a β	100	100	16	11	27	15	» 25 a α	400 [4]	Abtrifft	—	—	—
3	» 20 a α	400	400	11	0?	11	16	» 25 a β	400		103	0	103
4	» 20 a β	400	400	14	0?	14	17	» 26	200 [4]	zerrissen	—	—	—
5	» 20 b α	400	400	7	7,5	14,5	18	» 27 a	200	200	162		162
6	» 20 b β	400	400	8,5	7	15,5	19	» 29 a	200	200	5		5
7	» 21 b α	400	400	10	1	11	20	» 29 b	300	300	156		156
8	» 21 b β	400	400	9	1	10	21	» 30 a	200	200	15		15
9	» 22 a α	400	400	21	0	21	22	» 30 c	200	starke Abtrifft	4,5		4,5
10	» 22 a β	400	400	22	0,5	22,5	23	» 31 a	80	80	2	2	4
11	» 23 a α	400	starke Abtrifft 300 Meter tief	35	1	36	24	Aug. 1 b	200	200	2		2
12	» 23 a β	400		34	1	35	25	» 2 a	200	200	5		5
13	» 23 b α	400		238	3	241	26	» 2 b	200	200	2,5	9	11,5

Nr.	Nach dem Journal: Station	Tiefe, Meter nach Ablesung	Tiefe, Meter nach Abtrifft	Volumen der Fänge cc. (Cubiccm.): Schleim und mikros. Theile	mikroskop. Theile	ganzes Volumen	Nr.	Nach dem Journal: Station	Tiefe, Meter nach Ablesung	Tiefe, Meter nach Abtrifft	Volumen der Fänge cc. (Cubiccm.): Schleim und mikros. Theile	mikroskop. Theile	ganzes Volumen
27	Aug. 3 a	200	200	3		3	77	Sept. 7 b	200	sehr starke Abtrifft	30		30
28	» 3 b	200	200	3,5		3,5	78	» 8 a	200	200	10,5		10,5
29	» 4 a	200	200	5	0,5	5,5	79	» 8 b	200	195	8		8
30	» 4 c	200	200	9		9	80	» 9 a	200	190	68		68
31	» 5 a	200	200	5		5	81	» 9 b	200	195	26	1	27
32	» 6	200	200	3		3	82	» 10 a	200 [4])	200	—	—	—
33	» 10 a	11	11	4,5		4,5	83	» 10 a	200	200	16		16
34	» 10 b	200	200	7		7	84	» 13	225	210	11,5		11,5
35	» 11 a	200	200	3		3	85	» 14 a	200	200	4		4
36	» 11 b	200	200	4,5		4,5	86	» 14 b	200	200	4		4
37	» 12	200	200	2,5		2,5	87	» 15 a	200	200	3		3
38	» 13 a	200	200	2		2	88	» 15 b	200	200	8		8
39	» 14 a	200	200	2		2	89	» 16 a	200	200	2		2
40	» 14 a	600	600	3,5		3,5	90	» 16 b	200	200	3	1,5	4,5
41	» 15 a	200	195	3,5		3,5	91	» 17 a	200	200	8		8
42	» 15 b	1000	980	6,5		6,5	92	» 17 a	100	100	4,5		4,5
43	» 16 a	200	200	1,5		1,5	93	» 17 a	40	40	3		3
44	» 16 a	2000	2000	4,5		4,5	94	» 17 b	200	200	4	1,5	5,5
45	» 16 b	200	200	5		5	95	» 18 a	105	105	2		2
46	» 17 a	200	200	2		2	96	» 18 a	200	200	4	0,5	4,5
47	» 17 b	200	Abtrifft	6,5		6,5	97	» 18 b	200	200	3,5		3,5
48	» 18 a	200	200	4	0,5	4,5	98	» 19 a	200	200	6		6
49	» 18 b	200	200	2,5		2,5	99	» 19 b	200	200	7,5		7,5
50	» 19 a	200	195	3		3	100	» 19 b	400	400	9		9
51	» 19 b	200	190	4		4	101	» 20 a	200	200	6,5		6,5
52	» 20 a	200	185	2,5		2,5	102	» 20 b	200	200	4		4
53	» 20 b	200	165	3		3	103	» 21	200	200	10		10
54	» 21 a	200	200	3		3	104	» 22 a	200	200	5		5
55	» 21 b	200	200	4,5		4,5	105	» 23 a	35	35	23		23
56	» 22 a	200	190	4,5		4,5	106	» 24	12	12	54		54
57	» 22 b	200	195	3,5		3,5	107	Okt. 5 a	35	35	21		21
58	» 23 a	200	190	3		3	108	» 5 b	23	23	5,5		5,5
59	» 23 b	200	190	5		5	109	» 8 a	12	12	—		—
60	» 25 a	200	195	2,5		2,5	110	» 8 a	12	12	12		12
61	» 25 b	200	200	1,5		1,5	111	» 8 b	23	23	13		13
62	» 26 a	200	190	9		9	112	» 9	207	starke Abtrifft	16,5		16,5
63	» 29	200	Abtrifft	7	0,5	7,5	113	» 9	200	200	8		8
64	» 30 a	200	200	15,5		15,5	114	» 11	200	200	6		6
65	Sept. 1 a	200	195	8,5		8,5	115	» 12	200	Abtrifft wechselnd aber gross	9,5		9,5
66	» 1 b	200	195	4		4	116	» 13	200		12,5		12,5
67	» 2	200	190	16,5	2	18,5	117	» 16	200	190	14,5		14,5
68	» 3 a	200	Abtrifft u. das Schiff	11		11	118	» 18	200	195	5		5
69	» 4 a	200	180	9,5		9,5	119	» 19	200	195	2		2
70	» 4 b	200	195	5		5	120	» 20	200	200	2		2
71	» 5 a	200	400	8		8	121	» 27	37	37	3		3
72	» 5 a	200	200	5,5		5,5	122	» 28	200	200	3,5		3,5
73	» 5 b	400	190	15,5	7	22,5	123	» 29	200	200	2		2
74	» 6 a	200	195	7,5		7,5	124	» 30	200	195	15	0,5	15,5
75	» 6 b	200	180	16,5		16,5	125	Nov. 2	94	94	4		4
76	» 7 a	200	sehr starke Abtrifft	30,5		30,5	126	» 4	28	28	6		6

Tabelle III. Positionen.

Datum	Fangnummern J. N.	Fangnummern Pl.	Position Breite N.	Position Länge W.	Oberflächen-Temperatur	Salzgehalt in Promille	Strom-gebiet.
Juli 19a	1	1. 2	58.7°	6.5°	12.5°	35.1‰	Golfstrom.
» 19b	2. 3		59.0°	8.5°	13.0°		
» 20a	4	3. 4	59.2°	11,8°	12.4°	35.4	
» 20b	5	5. 6	59.4°	13.3°	12 2°		
» 21a	6. 7		59.7°	16.8°	12.5°	35.3	
» 21b	8	7. 8	59.9°	18.8°	12.0°		
» 22a	9. 10	9. 10	60.2°	22.7°	11.6°	35.4	Irminger-See.
» 22b	11–14		60.2°	22.9°	13.0°		
» 23a	15. 16	11. 12	60.3°	27.0°	10.6°	35.3	
» 23b		13. 14	60.3°	28.8°	10.3°		
» 24	17. 18		60.2°	33.2°	9.2°		
» 25a	19. 20	15. 16	60.1°	36.8°	8.3°	34.8	
» 25b	21		59.9°	39.4°	8.5°	34.6	
» 26	22. 23	17	59.5°	41.3°	3.7°	32.0	Ostgrönlandstrom
» 27a		18	56.5°	42.7°	7.5°	34.5	Westgrönlandstrom.
» 27b	24		56.3°	44.3°	9.0°		
» 28a	25		53.8°	45.6°	12.3°	34.5	
» 28b	26		52.6°	46.3°	9.6°	34.5	
» 29a	27–29	19	50.8°	47.3°	10.6°	34.5	Labradorstrom.
» 29b	30–32	20	50.0°	48.1°	10.2°		
» 29c	33		49.8°	48.3°	10.2°		
» 30a		21	48.8°	49.1°	9.9°	33.85	
» 30b	35		48.7°	49.3°	9.8°		
» 30c		22	48.3°	49.8°	11.1°		
» 30d	36		48.2°	50.2°	12.0°		
» 31a		23	47.0°	51.5°	13.2°	32.1	
» 31b	37		46.6°	52.0°	14.0°	32.2	
Aug. 1a	38		44.7°	54.3°	16.8°	32.2	
» 1b		24	43.8°	54.9°	17.2°		
» 1c	39		43.7°	55.0°	17.5°	32.6	
» 2a	40–43	25	42.4°	55.7°	20.1°	33.0	
» 2b	44–46	26	41.6°	56.3°	23.6°	35.1	Floridastrom.
» 3a	47. 48	27	40.4°	57.0°	25.4°	35.9	
» 3b	49–52	28	39.4°	57.8°	25.6°	36.2	
» 4a	53–56	29	37.9°	59.1°	27.6°	35.9	
» 4b	57	30	37.1°	59.9°	26.3°	36.1	
» 4c	58		»	»			Sargasso-See.
» 5a	59. 60	31	35.0	62.1°	26.8°	36.0	
» 5b	61		34.7	62.4°	26.5°	36.2	
» 6	62	32	33.2°	63.8°	26.6°	36.2	
» 10a		33	32.6°	64.6°	28.0°	—	Im Hafen von St. Georges, Bermudas-Inseln.
» 10b	63	34	32.1°	63.4°	27.0°	36.2	
» 11a	64. 65	35	31.8°	61.2°	27.2°		
» 11b	66. 67	36	31.6°	60.2°	26.9°		

Datum	Fangnummern J. N.	Fangnummern Pl.	Position Breite N.	Position Länge W.	Oberflächen-Temperatur	Salzgehalt in Promille	Strom-gebiet.
Aug. 12	68–72	37	31.5°	59.0°	26.7°	36.4	Sargasso-See.
» 13a	73–75	38	31.3°	57.2°	26.8°	36.4	
» 13b	76		31.2°	56.4°	27.0°		
» 14a		39. 40	31.0°	54.1°	26.8°	36.4	
» 14b	77–79		30.9°	53.1°	26.5°		
» 15a	80–82	41	30.8°	51.1°	25.8°	36.8	
» 15b	83–84	42	30.9°	50.0°	26.4°		
» 16a	85–87	43. 44	31.2°	48.5°	26.0°		
» 16b	88. 89	45	31.3°	47.7°	26.0°		
» 17a	90–93	46	31.4°	46.6°	26.2°	36.85	
» 17b	94–96	47	31.5°	45.6°	26.1°		
» 18a	97–100	48	31.7°	43.6°	25.7°	37.0	
» 18b	101. 102	49	31.7°	42.7°	26.9°		
» 19a	103–106	50	31.5°	40.7°	25.5°	36.9	
» 19b	107–109	51	31.1°	39.7°	25.5°		
» 20a	110–112	52	30.3°	37.9°	25.4°	36.9	
» 20b	113	53	29.8°	36.8°	25.4°		
» 21a	114–116	54	28.9°	35.0°	24.5°	37.0	Nördl. Aequatorialstrom und Canarienstrom.
» 21b	117	55	28.3°	34.3°	25.2°		
» 22a	118. 119	56	27.1°	33.3°	24.8°	37.0	
» 22b	120–122	57	26.3°	32.5°	24.2°		
» 23a	123–126	58	25.1°	31.5°	24.1°	37.4	
» 23b	127–129	59	24.6°	31.0°	24.2°		
» 24	130		22.5°	29.4°	23.9°		
» 25a	131. 132	60	20.7°	28.1°	24.0°	36.3	
» 25b	133. 134	61	19.9°	27.2°	24.5°		
» 26a	135-137a	62	18.9°	26.4°	24.7°	36.1	
» 26b	137b-139		18.6°	26.0°	25.0°		
» 29	140	63	16.8°	25.1°	25.6°		In See von S. Vincent.
» 30a	141. 142	64	16.1°	23.1°	25.9°	35.9	Leitão-bank südl. Boavista.
» 30b	143. 144		15.8°	23.0°	25.8°		
Sept. 1a	145	65	13.3°	22.7°	26.5°	36.1	
» 1b	146. 147	66	12.3°	22.3°	26.5°		
» 2	148–151	67	10.2°	22.2°	26.6°	35.6	
» 3a	152–156	68	7.9°	21.4°	26.5°	34.8	Guineastrom.
» 3b	157–158		7.5°	21.3°	26.3°		
» 4a	159–162	69	5.9°	20.3°	26.7°	34.8	
» 4b	163–166	70	5.3°	19.9°	26.4°		
» 5a	167–171	71. 72	3.6°	19.1°	26.3°	35.3	
» 5b	172–175	73	2.9°	18.4°	26.0°		
» 6a	176–178	74	1.7°	17.3°	26.0°	35.3	Südlicher Aequatorial-strom.
» 6b	179–181	75	1.1°	16.4°	25.4°		
» 7a	182. 183	76	0.1°	15.2°	23.4°	35.6	

Datum	Fangnummern J. N.	Fangnummern Pl.	Position Breite S.	Position Länge W.	Oberflächen-Temperatur	Salzgehalt in Promille	Strom-gebiet
Sept. 7b	184. 185	77	0.3°	15.0°	23.4°		Südlicher Aequatorialstrom.
» 8a	186. 187	78	1.5°	14.8°	23.3°	35.9	
» 8b	188. 189	79	2.6°	14.6°	23.2°		
» 9a	190–192	80	4.1°	14.2°	23.6°	35.5	
» 9b	193. 194	81	5.1°	14.1°	24.4°		
» 10a	195–198	82. 83	6.8°	14.2°	24.1°	35.8	
» 10b	199		7.9°	14.4°	24.2°		nahe bei Ascension.
» 11	200		7.9°	14.4°	24.0°		
» 12	201. 202		8.0°	14.5°	23.9°	35.7	
» 13	203	84	7.8°	17.3°	24.5°	35.8	Südlicher Aequatorialstrom.
» 14a	204. 205	85	7.5°	20.3°	24.8°	35.5	
» 14b	206	86	7.3°	21.4°	25.0°		
» 15a	207. 208	87	6.9°	23.4°	24.5°	35.6	
» 15b		88	6.6°	24.5°	24.8°		
» 16a	209-211	89	5.7°	26.5°	25.2°	35.8	
» 16b	212–215	90	5.3°	27.6°	25.8°		
» 17a	216	91—93	4.4°	29.2°	25.5°	35.8	
» 17b	217	94	3.9°	30.1°	25.9°		
» 18a	218. 219	95. 96	3.8°	32.6°	26.3°	35.9	nahe bei Fernan. Noronha
» 18b	220–222	97	3.6°	33.2°	26.4°		
» 19a	223. 224	98	2.8°	35.2°	26.4°	35.9	
» 19b	225–227	99. 100	2.4°	36.4°	26.5°		
» 20a	228-230	101	1.8°	38.1°	26.6°	35.9	
» 20b	231	102	1.5°	39.2°	26.7°		
» 21	232–234	103	0.4°	42.4°	27.1°	36.0	
» 22a	235	104	0.1°	44.2°	26.9°	36.0	
» 22b	236		0.1°	45.2°	27.0°	36.0	

Datum	Fangnummern J. N.	Fangnummern Pl.	Position Breite S.	Position Länge W.	Oberflächen-Temperatur	Salzgehalt in Promille	Strom-gebiet
Sept. 23a	237. 238	105	0.2°	47.0°	27.6°	36.4	Küstenbank und Mündung des Rio Tocantins-Pará.
» 23b	239		0.6°	48.1°	28.0°	32.6	
» 24		106	0.7°	48.2°	28.0°	11.4	
Okt. 5a	240–242	107	1.6°	49.2°	28.0°		
» 5b		108	1.2°	48.6°	28.0°		
» 8a	243	109. 110	0.7°	48.2°	28.0°		
» 8b	244. 245	111	0.3° N.	47.4°	28.2°		Wieder südl. Aequatorial-strom.
» 9	246–248	112. 113	0.4°	46.6°	26.7°	36.1	
» 10	249		5.6°	44.0°	27.5°	35.8	
» 11	250. 251	114	6.7°	43.3°	28.5°	34.7	Guinea-strom.
» 12	252–254	115	9.4°	41.9°	28.0°	35.0	
» 13	255–257	116	12.0°	40.3°	27.2°	35.8	Nördl. Aequatorialstrom.
» 14	258		14.4°	39.1°	26.8°	36.0	
» 15	259		18.5°	38.1°	26.1°	36.6	
» 16	260. 261	117	20.4°	37.8°	25.5°	36.8	
» 17	262		23.7°	36.0°	24.9°	37.4	Sargasso-See.
» 18	263	118	25.6°	34.9°	24.8°	37.3	
» 19	264. 265	119	27.8°	33.0°	24.2°	37.2	
» 20	266--269	120	30.8°	30.9°	23.3°	36.7	
» 27	270	121	37.7°	25.2°	19.8°		Golfstrom.
» 28	271	122	39.1°	23.5°	18.9°	35.9	
» 29	272. 273	123	41.1°	21.1°	17.6°	35.9	
» 30	274	124	43.6°	17.9°	16.2°	35.9	
Nov. 1	275		47.7°	10.4°	14.0°	35.3	
» 2	276	125	49.7°	5.8°	11.3°	35.3	Kanal.
» 4	277. 278	126	52.9°	3.6° O	12.2°	34.6	Nordsee.

I. Das Schiff.

A. Wahl des Schiffs.

Häufig ist das Schiff für wissenschaftliche Unternehmungen überwiesen worden, sodass von einer Wahl nicht die Rede sein konnte, aber auch dann ist zu erwägen, was erforderlich und was wünschenswerth ist. Drei Fälle kommen in Betracht, ein Kriegsschiff, ein eigenes Fahrzeug, ein gemiethetes Schiff.

a. allgemeine Fragen.

Es dürfte zur Zeit Einstimmigkeit darüber herrschen, dass für eine solche Expedition wie die unsere, also für eine grössere Expedition, ein Kriegsschiff vorzuziehen sei. In dem gegebenen Fall war diese Möglichkeit ausgeschlossen, weil bei der sich entwickelnden deutschen Marine alle Schiffe und alle Mannschaften wegen sehr ausgedehnten Dienstes unabkömmlich waren. Ich persönlich habe die Unmöglichkeit solcher Wahl nicht sehr bedauert. Ich habe kleinere Fahrten mit einem Kriegsschiff, der POMMERANIA, und mit gemietheten Handelsschiffen gemacht, kann also auf Grund eigner Erfahrungen sprechen.

Die Kosten und Lasten, die der Marine aus solcher Fahrt erwachsen, sind erhebliche. Die Besoldungssumme ist bei der immer sehr grossen Schiffsmannschaft unverhältnissmässig hoch, die Verproviantirung ist nicht leicht und erfordert das Anlaufen an bestimmte Häfen; wegen der Grösse der Geschwindigkeit, die den Kriegsschiffen gegeben werden muss, wird der Kohlenbedarf unverhältnissmässig gross und die Nothwendigkeit, häufig Kohlen zu nehmen, ist störend. Dazu kommt, dass auf den Schiffen meistens kein überflüssiger Platz ist, sodass der Raum für Aufnahme von Kohlen nicht weit reicht und die Unterbringung der Forscher, die Herstellung ihrer Arbeitsräume, die Unterbringung ihrer Geräthe und die Einrichtungen für den Fang grosse Umwälzungen und Veränderungen im Schiff erfordern. Darauf wird man sich bei einem noch guten Schiff nicht gern einlassen. Der CHALLENGER war ein Schiff, das seine letzte Reise machte, da ging es natürlich leichter bauliche Veränderungen anzubringen. Schwerer noch als alles dies fällt, wenigstens für die deutsche Marine, ins Gewicht, dass die Mannschaft ihren Aufgaben entzogen wird. In Friedenszeiten, die ja überhaupt nur in Betracht kommen, ist die Mannschaft dazu da, um eingeübt zu werden, die Officiere, um sich selbst und die Mannschaft zu üben. Diese Ziele kann man nicht aus den Augen lassen; ein Irrthum aber wäre es, wenn man glauben sollte, dass sich Exercitium und wissenschaftliche Arbeit vereinen lasse, es geht nicht einmal an, das Schiff so proper und gewaschen zu halten, wie es in der Handelsmarine, geschweige denn in der Kriegsmarine Gebrauch ist.

Man könnte einwenden, dass doch die Kriegsmarine Vermessungs- und Lothungsarbeiten vornehmen lässt. Das geschieht aber nur in der Nähe der Küste oder sonst gelegentlich. Eine Lothungs-Expedition für oceanische Tiefen würde vortheilhafter, erfolgreicher und billiger mit eigens gechartertem Kauffahrteischiff und Besetzung der Chargen durch die Marine ausgeführt werden, aber das Gleiche gilt für eine biologische Expedition. Die VOERINGEN-Expedition giebt hierfür das beste Vorbild.

Der Vortheil, den die Marine durch wissenschaftliche Expeditionen erringen könnte, würde einmal darin liegen, dass ihre Popularität dadurch leicht erheblich gesteigert werden dürfte, denn dass solche Unternehmungen in Deutschland sehr gerne gesehen, die Berichte darüber eifrig gelesen werden, unterliegt wohl keinem Zweifel. Ich meine auch, dass es vortheilhaft sein würde, wenn einige Officiere die Interessen, welche sich an die Lebensvorgänge in der See knüpfen, durch praktische Betheiligung an bezüglichen Unternehmungen kennen lernten, überhaupt sich einmal an solcher Fahrt betheiligt hätten. Die letztgenannten Vortheile, über deren Bedeutung die Ansichten wohl sehr auseinander gehen können, würden in höherem Maasse erreicht werden, wenn Officiere das gecharterte Schiff führten, auch würden sie sich mit den Bedingungen der gewöhnlichen Handelsschiffahrt zugleich vertrauter machen, wie es ihnen zur Zeit sonst möglich ist.

Für die Forscher an Bord hat ein Kriegsschiff als Expeditionsfahrzeug gleichfalls Nachtheile und Vortheile. Die Stellung gegenüber den Officieren ist noch wichtiger, als auf einem Handelsschiff; sie könnte und würde auch wohl sich auf das angenehmste gestalten, aber namentlich auf langer Reise ist die Lage nicht ganz leicht. Die Frage nach der Einrichtung des Raums, nach der Beköstigung und nach der Bedienung ist weniger leicht zu lösen, als auf einem Handelsschiff. Bei dem regelmässigen Gang des Lebens an Bord, der Vertheilung der Zeit nach sog. Wachen kann die, ihrer Natur nach unregelmässige Arbeitszeit für die Forschungen weniger zu ihrem Recht kommen, als das sein sollte. Je nach den Verhältnissen zur See wird der Gelehrte an dem einen Tage viel Ueberarbeitszeit wünschen, an anderen Tagen wird nichts zu thun sein. Das ist für den Officier um so lästiger, als auf den deutschen Schiffen mit dienstpflichtiger Mannschaft die Ueberarbeit nicht bezahlt werden kann. Den Mittelweg zu finden dürfte nicht leicht sein.

Ein grosser Vortheil liegt für die Gelehrten in Folgendem. Das Schiff wird in Allem ausgezeichnet ausgerüstet sein, auch werden nirgends bei der Ausrüstung kompetente Berather fehlen, wenn man sich an die richtigen Werftbeamten zu wenden weiss. Die Haltbarkeit der Geräthe kann vorher genau geprüft sein und Alles dementsprechend die besten Proportionen und Maasse erhalten. Auch bezüglich des Reiseplans und dessen etwa nothwendiger Modifikationen wird der wissenschaftliche Leiter viel sicherer gehen und viel weniger Verantwortung haben, als auf einem anderen Schiff.

Dass es das beste sein müsste ein e i g e n e s Expeditionsschiff zu haben, unterliegt ja theoretisch betrachtet keinem Zweifel, ich glaube auch, dass es, ähnlich wie jetzt schon für die Vereinigten Staaten von Nord-Amerika auch für uns, vielleicht in Anlehnung an die Station in Helgoland, und den Polizeidienst für die Fischerei einmal dazu kommen wird, dass ein

Schiff für wissenschaftliche Zwecke zur Disposition gestellt wird. Ganz ohne Bedenken ist auch solche Einrichtung nicht. Ein Schiff allen bezüglichen Anforderungen gerecht zu machen, dürfte eine schwierige Aufgabe sein. Man wird natürlich das Schiff so klein nehmen, wie es für unseren Zweck angeht; auch ein kleines Schiff kann auf dem Ocean ungefährdet fahren. Wenn man aber mit schwerem Geräth in grossen Tiefen fischt, kann die Gefährdung des Schiffs doch erheblich werden. Kommt rasch ein Unwetter auf, was in der Zeit von einer halben Stunde geschehen sein kann, so bringt man das Netz, das zur Aufnahme vielleicht 3 Stunden erfordert, nicht rasch genug auf, das Schiff lässt sich nicht regieren so lange das Netz an ihm hängt, der Baum, der das Netz trägt, schleudert hin und her und wenn man sich nicht rechtzeitig entschliesst, das Seil zu kappen, kann dem Schiff ein Unglück passiren. Ich möchte vermuthen, dass viele Unglücksfälle der Fischerfahrzeuge, vielleicht auch der von Fol, durch solche oder ähnliche Verhältnisse herbeigeführt worden sind. Wir müssen uns dadurch warnen lassen. Wir werden für wissenschaftliche Ziele ebensowohl unser Leben einsetzen, wie es die Aerzte ansteckenden Krankheiten gegenüber stets ohne Zögern thun, aber erfahrungsmässig wirkt das Verunglücken von wissenschaftlichen Unternehmungen ungünstig, weil man die Nothwendigkeit solcher Expeditionen nicht genügend anzuerkennen pflegt. Besonders erwünscht ist der durch den Fürsten von Monaco verwirklichte Fall, dass der Besitzer und Kommandirende eines eigens für wissenschaftliche Zwecke gebauten Schiffs sich im Verein mit Fachmännern ganz den Aufgaben der Meeresuntersuchung widmet. Die Kosten müssen dabei immerhin Jahr für Jahr erhebliche sein, es wird daher ein solcher Fall gewiss nicht häufig eintreten. Wir wollen desto mehr auf einen glücklichen Erfolg der Unternehmungen hoffen und auch bedenken, dass die Sache Zeit, Erfahrungen und günstige Umstände erfordert, um volle und äquivalente Resultate zu bringen.

Der dritte Weg für ein grösseres Unternehmen ist der, ein Schiff zu chartern. Unsere Expedition hat das gethan. Man kann daran denken, die Kosten des Schiffs möglichst herabzudrücken. Ich hatte einmal den Plan, die Fischerei an der deutschen westafrikanischen Küste zu untersuchen und bei dieser Gelegenheit auch auf dem Ocean Plankton zu fischen. Ich glaubte nämlich und glaube noch heute, dass diese Küste, der an einer Stelle eine ausgedehnte von Robben aufgesuchte Bank vorliegt, eine ergiebige Fischerei gestatten muss, wohl nicht besser als in der False Bai am Kap der guten Hoffnung oder bei Feuerland oder selbst auf der Neu-Fundland-Bank, aber auch nicht erheblich ärmer. Die Brandung ist vor Deutsch-Westafrika durchgehend sehr stark, auch andere Verhältnisse sind nicht günstig und ein Markt könnte erst allmählich geschaffen werden. Dennoch würde es wiederholten und intelligenten Versuchen schliesslich wohl gelingen, eine einigermassen rentable Fischerei dort zu etabliren, wenn der Besitz als definitiv gesichert angesehen werden kann. In die damalige Kostenrechnung nahm ich einen Posten für Fracht von Schaffellen aus Kapstadt auf, ebenso hatte ich für die Planktonfahrt die Möglichkeit eines Kohlenverkaufs in Pará und einer Rückfracht von Kautschuk von dort nach Europa in Reserve. Diese Spekulation zerschlug sich, wie später mitgetheilt werden soll. Ich glaube jetzt nicht mehr, dass derartige Spekulationen, die sich auf dem Papier recht gut machen, richtig sind. Der Unerfahrene wird durch die mannigfaltigsten Nebenaus-

gaben derartig ausgebeutet, dass die erhoffte Rückeinnahme vollständig verschwindet und nicht einmal der Zeitverlust gedeckt werden dürfte. Wenn man, was bei uns in Deutschland wohl meistens der Fall sein wird, Ursache hat, möglichst zu sparen und wenn man genügend Zeit hat, würde ich rathen einen Unternehmer zu suchen, dem man entweder die ganze Fahrt mit Aussicht auf Frachtgewinn in Enterprise giebt, sodass der sichere Gewinn von einigen tausend Mark und eventuell der weniger sichere Gewinn einer Rückfracht in Aussicht steht. Das Verfahren würde sich recht wohl ausführen lassen, freilich erfordert es einen sehr vorsichtigen Kontrakt.

Für allein ausgehende Forscher müsste es, glaube ich, möglich sein, ein Frachtdampfboot für viermal vierundzwanzig Stunden zu miethen, in der Weise, dass es auf seiner Fahrt bei entsprechendem Wetter an ausgewählter Stelle zu halten und seine Mannschaft und Dampfwinde zur Fischerei herzugeben hat. Ein solcher Kontrakt wird als etwas ungewöhnlich zunächst auf Widerstand stossen, aber der Verdienst an den Frachten ist doch nicht so gross, dass ein Rheder den Ueberverdienst nicht sollte willkommen heissen müssen. Nachdem durch unsere Expedition die feste Grundlage für die Planktonfischerei gewonnen ist, dürften sich solche Einzelunternehmungen dafür zunächst sogar am besten lohnen. Wenn der Untersucher mit 30 Fängen heimkehrt, hat er mehr Material in der Hand, als er bequem bewältigen kann. Es ist zu bedauern, dass meistens die Ocean-Dampfböte bedeutend grösser sind, als irgend für unsere Zwecke erforderlich ist und dabei doch entsprechend grosse Tagesmiethe beanspruchen müssen.

Es steht noch zur Erwägung, ob ein Segelschiff für unsere Untersuchungen dienen könnte? Wegen des Erforderniss einer starken Bemannung, des langsamen Fortschritts und der grösseren Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen ist der Preisunterschied zwischen einem Dampfschiff und einem Segler für unsere Zwecke wohl nicht so gross, als es auf den ersten Blick scheinen möchte. Es dürfte auch selten und nur unter grosser Anstrengung der Mannschaft behufs Beidrehen des Schiffs gelingen, quantitativ verwerthbare Züge zu machen. Das Fischen in grossen Tiefen erfordert jedenfalls eine Hilfsmaschine, die sehr theuer zu beschaffen und sonst nur auf sehr grossen Seglern vorhanden ist. Für eine Hochsee-Expedition ist also von einem Segelschiff nicht viel zu erwarten. Für Wassersammeln, Wärmemessungen, gelegentliches Sammeln und für Nachschleppen von Netzen wird ein Segelschiff sich sehr gut eignen, auch ohne dass den kaufmännischen Zwecken desselben Abbruch geschieht.

Es ist auch an die Möglichkeit zu denken, sich von Laien einige Züge auf dem Meer machen zu lassen. Man kann auf solche Art natürlich qualitativ Neues erhalten, das ist ja schon vielfach geschehen, wenn auch nicht immer mit Erfolg. Bezüglich der quantitativen Fischerei ist zu bedenken, dass es selbst für den Forscher grosser Sorgfalt bedarf, um Alles so genau auszuführen und so sorgfältig zu registriren, dass darauf vollständiger Verlass ist. Ein Laie hat nie die genügend feste Ueberzeugung von der Nothwendigkeit grösster Genauigkeit und Wahrhaftigkeit in diesen Dingen. Wenn ein Irrthum geschehen ist, hält er ihn für unwesentlich und wird ihn, selbst wenn er unzweifelhaft vorliegt, doch kaum zugeben. Das Netz wird defekt, er achtet nicht darauf, es erreicht nicht die gehörige Tiefe, wird schlecht gezogen, ein Anderer übernimmt gelegentlich die Arbeit freiwillig oder gar ex officio, u. s. w., das ist ihm alles nicht so wichtig, um es zu registriren und zu erinnern. Ich glaube nicht

dass der gute Wille fehlen wird, aber auf die genaue Arbeit zu Gunsten eines Anderen ist nicht zu rechnen. Wir arbeiten ja für uns selbst im Anfang, wo wir die bösen Folgen ungenauer Arbeit noch nicht erfahren haben, keineswegs so genau, als nachdem solche Erfahrungen gemacht wurden. Eine quantitative Arbeit auf Grund solcher Sammlung würde also nicht nützlich, sondern schädlich sein. Stimmt dieselbe mit früheren Befunden überein, so wäre sie nur scheinbar richtig, denn wenn sie Widersprüche brächte, würde man sofort die Fänge für nicht vertrauenswürdig erklären müssen, sie hat also höchstens Bestätigungskraft. Es ist ein circulus vitiosus, wenn man schliesst, weil die Resultate mit früherm übereinstimmen, sind die Fänge richtig und weil die Fänge richtig sind, komme ich zu den und jenen Resultaten. Nie wird es gelingen, Unvollkommenheiten aus unseren Arbeiten auszuschliessen, ja es ist sogar schwer, dabei eine Grenzbestimmung über das Ueberwiegen des Nützlichen gegen das Schädliche zu finden. Ich glaube, dass gesagt werden darf, wenn man erkennt, dass jeder andere Forscher, dem die nothwendigen Mittel zufliessen und der die körperliche Energie hat, die geplante Arbeit so leisten würde, dass dadurch die Resultate einer ungenügend ausführbaren Fahrt hinfällig würden, sollte man sich begnügen, die Nothwendigkeit des gefassten Plans nachzuweisen, aber ihn bis zur Erfüllung der erforderlichen Bedingungen nicht ausführen.

Man wird am billigsten, ein Schiff in den Sommermonaten und den Wintermonaten chartern, im Frühjahr und Herbst pflegen die Frachten am höchsten bezahlt, die Schiffsräume am meisten gesucht zu sein. Für uns war die Wahl der Zeit nicht frei.

Ich habe bezüglich verschiedener Schiffe verhandelt; das zuerst in Aussicht genommene stellte jedoch so hohe Bedingungen bei nicht besonderer Leistungsfähigkeit, dass ich davon absah, namentlich weil es mir schien, dass die Rhederei zu sehr ihren Vortheil suchte. Mit einer anderen Rhederei war ich nahe dem Abschluss bezüglich eines Schiffs, das 11 Knoten die Stunde laufen sollte. Das Schiff lag noch im Bau und es stellte sich heraus, dass die Rhederei mir nicht den Termin der Gestellung des Schiffs zusichern wollte, auch sonst in dem Kontrakt Bedingungen stellte, die ich nicht für in der Ordnung hielt, endlich die Grösse des Schiffs, wohl irrthümlich, zu hoch angegeben hatte. In meiner Lage war es unmöglich, gegen die Absicht einer Uebervortheilung anzukämpfen, ich musste also auf das Schiff verzichten. Dann wurden mir zwei Kieler Schiffe angeboten, ein kleineres und ein grösseres neues stählernes Schiff der Firma Paulsen und Ivers, ich nahm das letztere, den NATIONAL.

Die Beurtheilung eines Schiffs ist für uns natürlich sehr schwer, die Sachverständigen können nicht genügenden Rath ertheilen, weil sie sich kein klares Bild über das, was das Schiff leisten soll, zu machen vermögen und daher ihr Urtheil auf die allgemeine Tüchtigkeit des Schiffs beschränken müssen. Ein Urtheil über die Güte des Schiffs gewinnt man im Allgemeinen schon durch die Einsichtnahme von der Klasse, in welcher das Schiff versichert ist. Der NATIONAL war Erster Klasse A. versichert. Unter den Versicherungsgesellschaften herrscht übrigens starke Konkurrenz, sodass man auch dabei nicht allzusehr vertrauen darf.

Für den Leiter einer Expedition ist jedenfalls eine möglichst gute Kenntniss der einschlägigen Verhältnisse höchst wünschenswerth; ich benutze die Beschreibung unseres Schiffs, die an und für sich nur sehr geringes Interesse beanspruchen könnte, aber doch gegeben

werden muss, um nach meinen Kräften zur Erwerbung der nöthigen Kenntnisse im Bedarfsfall behilflich zu sein.

b. Begründung der getroffenen Wahl.

Seeleute und Kaufleute, die viel mit Schiffen verkehren, gewinnen bald ein Gefühl für die Grössen der Schiffe, ein Gefühl, das sie dann leicht durch die numerischen Angaben über die Längen- und Raummaasse zu voller Sicherheit ergänzen. Für unseren Stand liegt die Sache anders. Wir kennen vielleicht einige Schiffe, deren Grösse uns als so und so viel »Tons« betragend, genannt wurde und glauben ein Urtheil gewonnen zu haben. Das ist aber nicht der Fall, schon deshalb nicht, weil Ton ein je nach Bedarf sehr verschiedenes Maass ist. Wenn es sich um Gewicht der aufnehmbaren Ladung handelt, so gilt als Ton das Gewicht von 1000 oder strenger 984 Kilogramm. Für Maasse dienen zwei Arten von Tons, eine, die Tonne schlichtweg hat 40 bis 42 englische Kubikfuss, die officielle »Registerton« misst 100 solche Kubikfuss. (1 engl. Kubikfuss = 0,0283 Kubikmeter). In Deutschland wird jetzt allerdings auch der Raum nach Kubikmetern angegeben (1 Kubikmeter = 32,346 engl. Kubikfuss), aber das kommt in der Praxis wenig zur Geltung. Für die Maassangabe kommt noch sehr in Betracht, dass Brutto- und Netto-Maass streng unterschieden werden muss. So hatte der NATIONAL 835,43 Registertons Brutto und nur 607 Registertons Netto. Der Unterschied beruht auf gewissen Vermessungsregeln des Zollamts, nach welchen bei Handelsschiffen nur die bedeckten Räume, die für die Ladung der Güter dienen können, vermessen werden. Da sich nach dem Netto-Raum die erheblichen Abgaben des Schiffs richten, werden diese Ladungsräume so weit beschränkt, wie es mit der Leistung des Schiffs, die auf möglichst grossen Waarentransport hinausläuft, irgend verträglich ist. Zum Theil wohl aus diesen Bedürfnissen heraus ist die Einrichtung des Wasserballast hervorgegangen. Unter dem Wasserspiegel wird das Schiff mit doppelter Wand versehen, zwischen diese doppelten Wände kann Wasser eingelassen und nach Bedarf ausgepumpt werden. Da diese Räume für die Ladung nicht Verwendung finden können, gehören sie nicht zu dem Netto-Raum, ihr Vorhandensein aber erspart oder erleichtert die Aufnahme und Unterbringung von Ballast, wenn das Schiff ohne Ladung auslaufen muss; ausserdem gestatten sie, was für uns sehr wesentlich war, eine grosse Menge süssen Wassers mit auf die Reise zu nehmen. Das Schiff geht einfach in einen Fluss und lässt die Ballasträume voll Wasser laufen. Allerdings müssen die Räume ganz voll oder ganz leer gemacht werden, weil sonst beim Schaukeln des Schiffs das Wasser, in den Räumen hin und her laufend, eine weitere Störung des Gleichgewichts geben würde, aber der Ballastraum wird in so viele Abtheilungen getheilt, dass diese Bedingung weniger wesentlich ist und auch leicht innegehalten werden kann.

Die grösseren Schiffe pflegen zwei Deckböden über einander zu haben; wenn alle die so entstehenden Räume mit schwerem Gut ausgefüllt wären, würde das Schiff die Last nicht tragen können. Man lässt deshalb jetzt häufig das obere Deck über einen Theil des Schiffs, Tafel II A., fort und überbrückt diesen, ich möchte sagen, Abgrund auf dem Schiff durch eine Brücke, Tafel II B. Der betreffende Raum wird also nicht mit vermessen. In ihn hinein bricht allerdings unter Umständen die See, aber durch weite Luken L., die nur nach Aussen

schlagen können, ist dafür gesorgt, dass das Wasser sofort wieder abläuft. Es war gegeben, dass dieser Raum unser Hauptarbeitsplatz wurde.

Die Angabe des Netto-Raums findet sich in dem officiellen Messbrief und darf daher als gesichert angenommen werden.

Daneben kommt noch für die Wahl die Tragfähigkeit des Schiffs in Betracht. Dies, das »dead weight« ist meist durch eine dem Schiff beigegebene Skala zu ersehen, eine Skala, welche zugleich den Tiefgang des Schiffs bei der bezüglichen Ladung angiebt. Der NATIONAL konnte 1140 Tons laden. Daneben wird häufig noch eine Angabe über die Wasserverdrängung, also über das Gewicht des Wassers, das das beladene Schiff verdrängt, gemacht. Diese Angabe hat für uns wohl kein Interesse, aber wie ich höre, wird die Grösse der Kriegsschiffe meistens nach diesem Gewicht angegeben, daher sei erwähnt, dass der NATIONAL so gerechnet 1700 Tonnen gross, richtiger Tonnen Wasser schwer war. Mit einem Schiff dieser Grösse kann man, wenn es für Oceanfahrt gebaut ist, ohne Bedenken eine Erdumsegelung vornehmen, es wird bei Sturm früher beidrehen müssen als grössere Schiffe, aber besonderen Gefahren nicht ausgesetzt sein.

Ich stelle die Maasse hier noch einmal in Kilogramm und Litern zusammen, weil diese Grössen uns am nächsten liegen; um Kubikmeter und Tonnengewicht zu erhalten, braucht man ja nur die letzten drei Nullen zu streichen.

Gewicht des ganzen beladenen Schiffs . .	1700000 Liter Wasser
Gewicht der grössten Ladung	1140000 Kilogramm
Brutto-Raum ist vermessen zu	2364267 Liter
Netto-Raum beträgt	1717810 Liter.

Bei den Schiffen kommt ferner in erster Linie die Geschwindigkeit und der Kohlenverbrauch in Betracht. Natürlich wird man geneigt sein dem schnellsten Schiff den Vorzug zu geben, aber es steigt, wie mir gesagt wird, der Kohlenverbrauch im kubischen Verhältniss mit der Geschwindigkeit, auch verliert sich bei Unwetter und kleinem Schiff die Geschwindigkeit sehr rasch. Der Wellenschlag kann auch viel verderblicher wirken, wenn das Schiff grössere Geschwindigkeit hat. Bei der Probe hatte sich ergeben, dass der NATIONAL mit Ballast bei guter See 10 Seemeilen per Stunde machte bei einem Kohlenverbrauch von 6 Tons Kohle per Tag. Ein mir angebotenes 450 Registertons grosses Schiff sollte 11 Seemeilen bei 8 Tons Kohlen täglich machen. Berechnet man den Kohlenbedarf für unsere 15650 Sm., so ergiebt sich, dass der NATIONAL bei der garantirten Geschwindigkeit von 9,5 Sm. oder 228 Sm. per 24 Stunden in gutem Wetter 68,6 mal 6, also 411,6 Tons Kohlen brauchte, während das andere Schiff angeblich 264 Sm. in 24 Stunden machend die Tour in 59,3 mal 24 Stunden hatte laufen können, also 474,4 Tons Kohlen mindestens verbraucht haben würde. Dieser Mehrverbrauch würde durch die Kosten, welche auf jedem Tag lagen, also durch die Zeitersparniss wohl eingebracht worden sein, aber man muss natürlich bedeutend mehr Kohlen auf solcher Fahrt zur Verfügung haben, als dem Mindest-Bedarf entspricht. Das kleinere Schiff konnte nicht einmal die 500 Tons laden, weil wir einen Theil seiner Ladungsräume für uns und unsere Sachen in Anspruch hätten nehmen müssen und weil ein so kleines Schiff nicht schwer beladen in den Ocean gehen darf. Wir hätten also im Süden wohl 200 Tons Kohlen kaufen müssen, deren Preis,

wie ich nachträglich erfuhr, den in dem Voranschlag Bd. A, S. 13 angegebenen nicht unbedeutend überschritt, wir hätten vermuthlich gegen 10000 Mark an Kohlen im Süden verwenden müssen, um so mehr, weil jedes Schiff etwas Kohlen als Ballast wenigstens bis zur Nordsee führen muss.

Bei dem NATIONAL gestaltete sich die Sache so, dass ich einen grossen Ueberschuss von Kohlen mitnehmen konnte. Ich hatte dabei an die Möglichkeit gedacht, im Süden Kohlen zu verkaufen und Ladung zu nehmen, um so die Mittel der Expedition nennenswerth zu vermehren. An Steinkohlen wäre leicht 20 Mark per Ton zu verdienen gewesen und 250 Tons konnten abgegeben werden, Rückfracht in Kautschuk hätte sich, wenn ich recht erinnere, zu 20 Mk. per Ton als dem halben Frachtpreis abmachen lassen und 400 Tons hätten wir davon gut nehmen können; diese Summen wären also ein sehr guter Zuschuss zu den Reisekosten gewesen. Man soll sich aber als Gelehrter lieber nicht auf dergleichen einlassen, einmal, weil man schliesslich doch unverhältnissmässig ungünstig davonkommen wird, und zweitens, weil es nicht passend ist, wenn eine wissenschaftliche Expedition mit dem Handel in Konkurrenz tritt. Die Spekulation unterblieb, weil wir durch Havarie zu viel Zeit verloren hatten, ich wollte in Parà Alles vorbereitet haben, um auf der Rückkehr vom Amazonas dies Geschäft dort prompt erledigen zu können. Die Ladungsräume waren ferner von uns so verstaut, dass die Handhabung der Güter sehr unbequem und zeitraubend geworden sein würde. Endlich hätten wir schwere Schiffsabgaben bezahlen müssen, sobald vom Schiff Handel getrieben wurde und dies nicht nur in Parà, sondern auch in Liverpool, wo wir auf der Rückfahrt hätten die Ladung abgeben müssen. Ich kam demnach zu der Ansicht, dass ein wirklicher Vortheil nicht zu gewinnen war. Ich theile die Spekulation mit, um darauf hinzuweisen, dass man diesen Theil einer Expedition einem Unternehmer ganz in die Hand geben muss, wenn man auf solche Weise die Kosten einer Expedition herabdrücken will. Die Möglichkeit, sich in solcher Art einzurichten, scheint vorhanden zu sein, aber es wird schwer werden, die geeigneten Beziehungen anzuknüpfen. Mir ist das nicht geglückt, aber mir war auch die Sachlage nicht genügend klar.

In Bezug auf die Beschaffung der Kohlen, die ich im NATIONAL weit über Bedarf mitnehmen konnte, hatte ich ursprünglich den Plan, in Schottland anzulaufen und sie dort aus erster Hand zu kaufen. Die Rheder erboten sich, die Kohlen in Belgien laden zu lassen, da das Schiff dort zuletzt Ladung hinbringen musste, ehe es sich in Kiel zur Verfügung stellte. Dies Verfahren ersparte mir Zeit und auch wohl Geld, während die Rheder, wie sie mir sagten, dabei auch einen kleinen Vortheil (vgl. S. 35) hatten. Die Kohlenrechnung der Mine ist mir mit allen Belägen zugestellt worden. Selbst wenn die Rhederei, was ich nach ihrem sonstigen, meine Interessen mit grosser Sorgfalt wahrendem Verhalten nicht für glaublich halte, sog. Sconto gehabt hätte, würde man ohne Hilfe von Geschäftsleuten sicher derartige Käufe viel theurer machen.

Die belgischen Kohlen hatten die Eigenschaft, stark zu stäuben, was sich als überaus lästig beim Bunkern erwies. Als Bunker werden die Kohlenräume P. dicht bei der Maschine bezeichnet: von diesen Räumen können die Heizer mit genügender Bequemlichkeit, und ohne das Deck zu verunreinigen, die Kohlen an die Feuerlöcher schaffen. Die Füllung der Bunker reichte für 23 Tage Dampf aus, dann aber mussten die Bunker wieder gefüllt werden. Ich

hatte darauf gerechnet, dass die Mannschaft unterwegs bunkern könne, aber glücklicherweise war das nur einmal in beschränktem Maasse nöthig. Es wurden einige Tage vorher, ehe wir die Bermudas erreichten, Briquets in die Bunker gebracht, aber das war schon eine Arbeit, die viel böses Blut unter den Leuten machte, ausserdem wurden die Augen der Matrosen, die die Briquets aus dem Lagerraum nahmen, für einige Tage durch die Steinkohlentheere, die von den Briquets ausgehaucht werden, stark angegriffen. Im Uebrigen hielten die Kohlen so lange aus, dass wir am Lande die Bunkerarbeit verdingen konnten, freilich mit ziemlich erheblichen Kosten. Die Leute vom Lande klagten sehr und waren kaum bei der Arbeit zu halten, so dass ein ganzer Tag dabei verloren ging und die Bunker nicht ganz voll wurden. Sahen dann die Weissen wie Neger aus, so waren die von Kohlenstaub inkrustirten Neger erst recht unmenschlich geworden, und bei der obwaltenden Hitze litt alle Welt gewaltig. Wir selbst natürlich am wenigsten, aber es war doch allseitig eine grosse Störung. Ich komme zu dem Resultat, dass man die Nothwendigkeit des Kohlenbunkerns sehr in Erwägung zu ziehen hat. Etwas grössere Kosten für eine weniger stäubende Kohle darf man nicht scheuen. Möglichst grosse Bunkerräume sind eine gute Empfehlung für ein zu wählendes Schiff. Die Möglichkeit, im Hafen zu bunkern, soll bei dem Reiseplan mit zur Erwägung genommen werden. Expeditionen werden nicht immer in der Lage sein, am Lande zu bunkern, daher wird man dafür zu sorgen haben, dass alle Einrichtungen, die den bezüglichen Kohlentransport auf hoher See erleichtern können, vorher getroffen werden; ohne das kann, namentlich bei bewegter See, das Bunkern ernste Schwierigkeiten bereiten. Man ist, wenigstens auf Handelsschiffen nicht, für diese sonst kaum vorkommende Arbeit genügend vorbereitet. Eine Verbindungsthür vom Laderaum zu den Bunkern soll sich bisweilen vorfinden, sie würde Manches erleichtern. Es kommt aber in jedem Fall darauf an, wie die Sache am besten einzurichten ist, ich kann keinen Rath weiter geben. Es sei noch erwähnt, dass man anfängt, eine Selbstentzündung der Kohlen für möglich zu halten, wenn sie länger als 100 Tage im Schiff lagern. Der Kapitän glaubte aber, eines solchen Feuers leicht Herr werden zu können, nur wurde vom hundertsten Tage an auf die Temperatur in den Kohlen achtgegeben.

Ich hatte darauf gerechnet, dass, während wir anhielten um zu fischen, der Kohlenbedarf entsprechend herabgemindert sein würde, leider kann ich den Kohlenverbrauch nicht ermitteln, weil wir im Tocantins ziemlich viel Kohlen ungemessen über Bord warfen. Der Maschinist führt auf solchen Schiffen Buch über den Kohlenverbrauch. An Tagen, wo wir sehr lange still lagen, ist in dieser Buchung wohl eine viertel oder halbe Tonne weniger Kohlenverbrauch angegeben, in der Regel sind aber volle sechs Tonnen verbraucht oder angeschrieben worden. Ich habe den Eindruck, dass wirklich ein Aufenthalt von einer oder zwei Stunden nicht nennenswerth an Kohlen spart.

Wenn man eine Reise mit halber Maschinenkraft ausführen wollte, würde man erheblich weniger Kohlen gebrauchen, aber die Tageskosten sind zu gross, um dabei Vortheil zu haben. Segeln würde man nur können mit einer etwas weniger wirksamen zweiflügligen Schraube, in der Regel haben die Schiffe dreiflüglige Schrauben.

Die Maschine arbeitete so sparsam, weil es eine Tripel-Expansions-Maschine war, d. h.

in dem sorgfältig gegen Wärmeabstrahlung isolirten Kessel wird ein Druck von bis zu 11 Atmosphären erzeugt, der so hoch gespannte Dampf treibt zunächst einen Cylinder von kleinem Durchmesser, da sein Druck genügend stark ist, um den Stempel zu heben; durch die eingetretne Expansion abgekühlt, geht der Dampf in einen zweiten Cylinder von grösserem Durchmesser und bewegt hier einen zweiten Stempel von einem Durchmesser, der für die verminderte Druckkraft des Dampfes abgemessen ist, von hier geht der Dampf endlich in einen dritten grössten Cylinder, wo dann die letzte Dampfspannung noch zur Verwendung kommt. Der so etwas abgekühlte Dampf geht dann in einen Kühlraum, zu dem fortwährend beim Gang der Maschine kaltes Seewasser gepumpt wird. Diese Umspülung kühlt den Dampf so sehr ab, dass er sich zu warmem Wasser verdichtet, das als solches wieder in die Kessel gedrückt wird. Das Wasser geht also nicht als Dampf in die Luft, wie sonst wohl, sondern es bleibt völlig zur Disposition. Solche Tripel-Expansion hat den Vortheil grosser Kohlenersparniss, weil es nicht erheblich mehr Kohlen erfordert, die Temperatur des Wassers um einige weitere Grad zu erhöhen, ausserdem geht die Schraube viel gleichmässiger, als bei der meist verwendeten doppelten Expansion, der ganze Mechanismus leidet also weniger vom Gebrauch. Ein Uebelstand ist, dass die Explosionsgefahr wohl grösser ist, namentlich aber dass die Zerstörungen, welche in solchem Fall durch den hochgespannten Dampf angerichtet werden, furchtbar zu sein pflegen. Ein weiterer Nachtheil dieser Tripel-Expansions-Maschinen besteht darin, dass die Kessel leicht verbrennen, wenn mit oceanischem Salzwasser gefüllt werden muss; man muss also, wenn Dampf verloren geht, durch Süsswasser Ersatz zu schaffen vermögen. Der Kapitän glaubte, dass wir für alle Fälle Wasser genug haben würden, wenn er in Kiel die Ballasträume mit Süsswasser anfüllen liesse, was denn auch geschehen war, aber doch den Bedarf nicht deckte.

Während das Schiff still liegt, kann die Pumpe, welche das Kühlwasser zur Kondensation des gebrauchten Dampfs liefert, nicht gehen; diese Pumpe wird eben im Allgemeinen nur gebraucht werden, wenn die Dampfmaschine in Thätigkeit ist und wird mit derselben Welle, welche die Schiffsschraube treibt, fest verbunden. Wenn bei ruhig liegendem Schiff die Dampfwinden gehen, wird daher der Dampf, der diese Winden treibt, nicht kondensirt, sondern entweicht in die Luft. Diesen Sachverhalt kannte ich vor Beginn der Reise nicht und der Kapitän hatte sich den Gebrauch der Dampfwinden nicht so stark vorgestellt, als er es bei solchen Fahrten ist. Die Folge dieses grossen Dampfverlustes war, dass schliesslich Gefahr entstand, weil die Kessel viel Salz enthielten. Ich musste die Fischerei auf das Allerunerlässlichste einschränken, um die Kessel nicht noch mehr zu gefährden. Auf grösseren Dampfschiffen hat man einen Hülfskessel, der für die Winden und kleinere Arbeiten bestimmt ist und der wohl meistens mit geringerer Spannung dienen kann, also auch Salzwasserfüllung vertragen würde. Es ist anzurathen, sich nach diesen Verhältnissen zu erkundigen, hätte ich die Gefahr vorausgesehen, so würde ich die Reise so haben einrichten müssen, dass wir früher hätten einen Fluss erreichen können, während wir jetzt bis Parà stets in Salzwasser waren.

Noch ein anderer Uebelstand stellte sich im Lauf der Reise heraus. Wir mussten in späterer Zeit häufig das Schiff während des Fischens langsam vorwärts gehen lassen, um uns genau neben dem Netz zu halten und nicht abzutreiben. Dabei stiessen die Stempel mit gewaltiger

Kraft auf den Boden der Cylinder, weil sich in den Cylindern während des periodischen Stillstands der Maschine viel Wasser kondensirte. Der Maschinist wurde sehr ängstlich und erklärte, die Maschine könne das nicht vertragen, aber der Kapitän, der das Manöver kommandirte, kehrte sich wenig daran. Ich weiss nicht, ob das Wasser nicht jedesmal vor Angang der Maschine hätte entfernt werden können, vielleicht wäre der Uebelstand auch durch fortwährendes Vor- und Rückschlagen der Schraube zu beseitigen gewesen, für ein anderes Mal ist aber zu erwägen, ob bei solchem unablässigen Manöveriren Gefahren entstehen können und wie diese zu vermeiden sind.

Das Schiff hat immer das Bestreben, sich, sobald es still steht, quer gegen Wellen und Wind zu legen, also möglichst zu schaukeln, was wegen der Arbeit der Netze vermieden werden muss. Wie ich erfahre, giebt es sog. Stromanker, die die Richtung des Schiffs mit dem Vordertheil gegen den Wind sichern sollen. Es sind so zu sagen grosse Regenschirme, die, mit der Konkavität gegen das Schiff gerichtet, sehr schwer durch das Wasser gerissen werden und daher nach Art eines Ankers funktioniren. Später können sie umgekehrt an das Schiff herangeholt werden, wobei sie zusammenklappen und daher leicht herbei gezogen werden können. Natürlich ist ein solcher Apparat nicht billig, ich meine er kostet gegen 600 Dollar.

Selbstverständlich treibt auch mit solchem Stromanker das Schiff etwas und bei stärkerem Wind wird es doch besser sein zu manöveriren, aber bei schwachem Wind dürfte der Apparat sehr brauchbar sein. Es kommt aber immer auf den praktischen Versuch dabei an, den ich nicht gemacht habe, und Aus- und Einholen giebt Unbequemlichkeiten. Vielleicht liesse sich ein grosses fischendes Netz als Stromanker verwenden oder damit verbinden.

Für Expeditionen ist es höchst erwünscht, ein durch Maschinenkraft getriebenes Boot an Bord zu haben, das liess sich für unsere Fahrt nicht einrichten. Der Albatross (**15**) hat zwei mit Dampf getriebene Böte an Bord. Er hat auch die wichtige Einrichtung getroffen, dass die Böte durch einen Handgriff gelöst werden können. Es genügt, hier darauf hinzuweisen, weil ich glaube, dass auch unsere Kriegsmarine solche Einrichtungen haben wird. Es wird auf diese Weise möglich, die Böte noch bei ziemlich schlechtem Wetter und bei Fahrt des Schiffs auszusetzen. Sehr wichtig ist es auch, die Böte mit der Dampfwinde aufnehmen zu können; solche Einrichtung findet man auf Handelsschiffen meistens nicht. Für die Naturforscher ist es wesentlich, dass bequem und ohne viele Hände in Bewegung zu setzen, ein Boot benutzt werden kann, denn auf die Dauer ermüdet es zu sehr, wenn die Böte mit Menschenkraft hoch genommen werden müssen.

Man wird, wie schon Obiges ergiebt, vor Antritt der Fahrt alle Dinge möglichst genau erwägen müssen, die Einrichtungen der Maschinen schreiten fort, aber sie werden doch nur für Handelszwecke vervollkommnet, es ist nicht gesagt, dass sie für Expeditionszwecke günstiger sein werden; es wird auch, weil mit dem Fortschritt eine Specialisirung verbunden ist, das Gegentheil der Fall sein können und ich vermag nicht vorauszusehen, welche Schwierigkeiten auf einem anderen Schiff entstehen werden. Immer wird es richtig sein, vor jeder grösseren Expedition eine Probefahrt zu unternehmen und zugleich die Bedingung in den Kontrakt einzusetzen, dass nur, wenn das Schiff sich auf dieser Fahrt als geeignet erweist, der Kontrakt gilt. Ich gestehe, dass es leichter ist, die Vorschrift zu geben, als ihr zu entsprechen. Ich selbst musste

ohne Probefahrt abgehen, aber das war eine Kühnheit, die leicht übel hätte auslaufen können. Hätten wir die Probefahrt gemacht, so wäre mehr Mannschaft mitgenommen, es wäre die Lothmaschine, es wären die Windenköpfe und wohl einiges andere abgeändert worden. Solche Probefahrt erfordert dann aber, dass hinterher wenigstens 14 Tage bleiben, um die nothwendigen Abänderungen vornehmen zu können. Das ist eine ziemlich theure Wartezeit, es wird schwer sein, das Geld dafür zu erübrigen, doch sollte das Schiff vor einer grösseren Reise immer erst ins Dock gehen, und das kann es ebensogut nach als vor der Probefahrt. In gewissem Sinne wird vielleicht unsere Fahrt als solche Probefahrt für spätere Untersuchungen dienen können, man kann aber sicher sein, dass eine wirkliche Probefahrt sich immer lohnt, wenn man in solchen Unternehmungen zum ersten Mal in See sticht.

Bezüglich der Geschwindigkeit des Schiffs lauteten die Angaben befriedigend genug. Im Ganzen wird es auf eine grosse Geschwindigkeit bei solchen Expeditionen nicht sehr ankommen können, man muss für die Fischerei Zeit haben, denn sie soll doch die Hauptsache sein; ob das Schiff etwas langsamer oder rascher die zwischenliegenden Strecken durchläuft, wird in der Regel nicht sehr wichtig sein. Nur in unserem Fall, wo wir ungewöhnlich grosse Strecken aus mehrfachen, namentlich auch aus wissenschaftlichen Gründen in karg bemessener Zeit (wegen möglichster Gleichzeitigkeit der Fänge), durchfahren mussten, war die Sache wichtig. Ich konnte nicht nur nach dem Kontrakt auf die Geschwindigkeit von 9,5 Sm. in der Stunde rechnen, ich hatte auch vorher die Reiseberichte des National eingesehen. Hier waren die täglichen Geschwindigkeiten des beladenen Schiffes zwischen Antwerpen und Libau angegeben und diese ergaben ohne Ausnahme für das beladene Schiff eine reichlich so grosse Geschwindigkeit als die genannte, die für das nur halb beladene Schiff angenommen wurde. Solche Geschwindigkeiten erreichte der National sofort wieder, als wir den Kanal und die Nordsee befuhren, aber auf dem Ocean wurden sie fast niemals erreicht, blieben meistens selbst bei dem schönsten Wetter bedeutend darunter. Meine Gefährten hielten an der Meinung fest, dass die Heizer sich bei der Hitze etwas mehr Ruhe gönnten; ich kann diese Ansicht nicht theilen. Ich bin oft in den Maschinenraum gegangen und habe immer den Druck in der vorschriftsmässigen Höhe von 10,5 Atmosphären (bezeichnet durch den rothen sog. Polizeistrich) gefunden. Ausserdem soll die Schraube eine bestimmte Zahl von Umdrehungen in der Minute machen; es waren, wenn ich mich recht erinnere, 82 Umdrehungen die Norm; sobald die Schraube langsamer ging, konnte ich das leicht sowohl an Deck, wie in meiner Kabine feststellen; ich habe aber niemals eine nennenswerthe Verlangsamung bemerken können.

Der Kontrakt (s. u.) sicherte die Schnelligkeit in Ballast von 10 Knoten, geladen von $8^1/_2$ Knoten zu, bei gewöhnlichem Wetter, wie wir es meistens hatten. Das Schiff war im Anfang als halb geladen zu betrachten, später mussten wir sogar Ballast einnehmen, um es gut liegend zu haben, ich durfte daher auf $9^1/_2$ Knoten rechnen. Es wird mir gesagt, dass Schiffe, die nicht für den Ocean gebaut seien, leicht eine ungünstige Bewegung annähmen und daher langsamer liefen. Eine andere Erklärung für die Verringerung der Geschwindigkeit kann ich nicht finden.

Der Kontrakt lautete folgendermassen:

G. F.
Paulsen & Ivers,
Steam- & Ship-Brokers,
KIEL.

TIME-CHARTER.

Kiel, 12th April 1889.

1. It is this day mutually agreed between Messrs. Paulsen & Ivers, Kiel, owners of the good Steam Ship called the NATIONAL of 835.43 Tons gross Register, and 607 Tons nett Register, having engines of 360 horse power, and classed in Bureau Veritas I. Div. 3/3 A. 1. 1. ✠ of 1000 Tons dead weigh or thereabouts, exclusive of bunkers, which contain 150 tons of coals, now trading and Geheimrath Prof. Dr. Hensen, Esq. of Kiel Charterer, witnessed.
2. That the said Owners agree to let, and the said Charterer agree to hire the said Steam Ship for the term of three calendar months, from the third to sixth day of July 1889, she being then placed at the disposal of the Charterer or his agents at Kiel in such Dock, or at such safe Wharf or place (where she may always safely lie, afloat), as Charterer may direct, she being, then ready to receive Cargo, and being tight, staunch, strong, and every way fitted for the service (and with full complement of officers, seamen, engineers, and firemen for a vessel of her tonnage); to be employed in such lawful trades (no injurious cargoes being shipped) from Kiel to any port or place in the Atlantic Ocean as the Charterer or his agents shall direct, on the following conditions: — That the Owners shall provide and pay for all the provisions and wages of Captain, Officers, Engineers, Firemen, and Crew; shall pay for the insurance of the Vessel; also, for all engine-room stores, and maintain her in a thoroughly efficient state in hull and machinery for and during the service. That the Charterer shall provide and pay for all the Coals, Fuel, Port Charges, Pilotages, Agencies, Commissions, and all other charges whatsoever, except those before stated.
   That the Charterer shall accept and pay for all Coal in the Steamer's Bunkers; and the Owners shall, on expiry of this Charter-Party, pay for all Coal left in the Bunkers at the current market prices at the respective ports, when she is delivered to them. That the Charterer shall pay for the use and hire of the said vessel at the rate of Mk. 9000 — Ninethousand Marks — lumpsum per calendar month, commencing on and from the day of her delivery as aforesaid, and at and after the same rate for any part of a month, hire to continue until her delivery to the Owners (unless lost) at Kiel. Payment of the said Hire to be made monthly in advance as follows: and in default of such payment or payments, as herin specificed the Owners shall have the faculty of withdrawing the said Steamer from the service of the Charterer without prejudice to any claim they, the Owners, may otherwise have on the Charterer, in pursuance of this Charter.
3. That the cargo or cargoes may be laden and/or discharged in any dock or at any wharf or place that the Charterer or his Agents may direct, where the Steamer can always safely lie afloat.
4. That the whole reach, burthen, and passengers accommodation of the Ship (not being more than she can reasonably stow and carry), shall be at the Charterer's disposal, reserving only proper and sufficient space for Ship's officers, crew, tackle, apparel, furniture, provisions and stores.
5. That the Captain shall prosecute his voyages with the utmost despatch, and shall render all customary assistance with Ship's crew and boats.
6. That the Captain (although appointed by the Owners), shall be under the orders and direction of the Charterer as regards employment, agency, or other arrangements; and the Charterer hereby agrees to indemnify the Owners from all consequences or liabilities that may arise, from the Captain signing Bills of Lading, or in otherwise complying with the same.
7. That if the Charterer shall have reason to be dissatisfied with the conduct of the Captain, Officers, or Engineers, the Owners shall, on receiving particulars of the complaint, investigate the same, and, if necessary, make a change in the appointments.

8. That the Master shall be furnished, from time to time, whit all requisite instructions and sailing directions, and shall keep a full and correct Log of the Voyage or voyages in which the consumption of coals is also to be entered, which are to be patent to the Charterer or his agents.
9. That the Charterer shall have the option of continuing the Charter for a further period at convenience on giving notice thereof to the Owners, no notice necessary previous to the expiration of the first named term.
10. That in the event of loss of time from deficiency of men or stores, breakdown of machinery, or damage preventing the working of the vessel for more than twentyfour working hours, the payment of the hire shall cease until she shall be again in an efficient state to resume her service; and should she in consequence put in to any other port than that, to which she is bound, port charges and pilotages at such port, to be borne by the owners of the steamer, but should the vessel be driven into port or to anchorage by stress of weather, or from any accident to the cargo, such detention or loss of time shall be at the Charterer's risk and expense.
11. That should the vessel be lost, freight paid in advance, and not earned (reckoning from the date of her loss), shall be returned to the Charterer. The Act of God, the Queen's enemies, Fire, Restraints of Princes, Rulers, and People, and all other dangers and accidents of the sea, rivers, machinery, boilers, and steam navigation, throughout this Charter-Party, always mutually excepted.
12. That should any dispute arise between the Owners and the Charterer, the matters in dispute shall be referred to three persons at Kiel, one to be appointed by each of the parties hereto, and the third by the two so chosen, their decision, or that of any two of them, shall be final, and for the purpose of enforcing any award, this agreement may be made a rule of Court.
13. That the Owners shall have a lien upon all cargoes, and all sub-freights, for freight or charter money due under this Charter; and Charterer to have a lien on the Ship for all money paid in advance and not earned. The Charterer to have the optiou of subletting the steamer giving due notice to the owners.
14. All derelicts, towages and salvage, after paying Crew's proportion, wages, and expenses, shall be for Owners' and Charterers equal benefit.
15. Penalty for non-performance of this Contract: estimated amount of damages.
16. The necessary accomodations for the Gentleman, Servants etc., of the expedition and all other outfits are to be made after the directions and for account of the charterer, and owners have to produce all original accounts for this items for repayment of the same. Only the expences for fitting the charterer's Electric Light on board the ship, is for owners account.
17. Owners guarantee a speed of $8^1/_2$ Knots loaded or 10 Knots in ballast by ordinary fair weather and on a consumption of 6 Tons good Steamcoals pr. 24 hours.

Hensen. *Paulsen & Ivers.*

Die Form des Kontrakts ist die übliche, nur § 16 und 17 sind besonders hinzugekommen.

Für spätere Fälle ist zu diesem Kontrakt zu bemerken: ad 2, dass die Anzahl der Mannschaften in den Kontrakt einzutragen ist, nachdem man sich vorher über das als üblich Betrachtete oder Nothwendige geeinigt hat. Ferner ist es vorsichtig, bei der Provision auch den Bedarf an Trinkwasser anzuführen, der mir schliesslich zur Last geschrieben werden sollte.

ad 5 wird für derartige Reisen der Ausdruck: customary Assistance, näher zu bestimmen sein; ich kann über die bezügliche Bereitwilligkeit nicht klagen, habe aber eine erhebliche Anzahl von Ueberstunden zu bezahlen gehabt, ohne davon vorher oder während der Reise unterrichtet zu sein. Bestimmte Abmachungen sind jedenfalls geboten.

ad 6. Dass über die Person des Kapitäns eine gewisse Uebereinkunft nothwendig ist, braucht kaum gesagt zu werden. Uebrigens ist es ungemein wichtig, dass der Kapitän die Geld-

geschäfte des Schiffs zu führen hat. Der Kapitän erhebt Geld am Ort im Namen der Rheder des Schiffs, die Schuld wird dann von diesen berichtigt. Ich habe es stets so halten lassen, sodass ich nur für Parà Geld für mich anweisen liess. Im Uebrigen beschaffte der Kapitän uns die Summen in ortsüblicher Münze, deren wir am Lande bedurften.

ad 10. Der Ausdruck »working hours« ist zu beanstanden. Es werden darunter acht Stunden verstanden, was also dem Verlust von $^2/_3$ Tagen entspricht. Es ist richtiger, den Ausdruck 24 Stunden zu gebrauchen, dann ist die Sache wenigstens klar, denn wenn sich die working hours auf das Schiff beziehen, so ist ja auf See das Schiff stets in Arbeit. Besser und natürlicher wäre es, wenn der Charter-Kontrakt in deutscher Sprache gefasst würde, da ist man ein wenig sicherer darüber, was eigentlich in solchem Kontrakt steht. In dieser Beziehung ist es interessant, dass wir nach der Charter § 11 nicht deutsche, sondern lediglich the Queen's enemies zu fürchten hatten.

ad 17 ist zu bemerken, dass die Zusicherung des Rheders über die Schnelligkeit des Schiffs vielleicht noch etwas genauer, nämlich für das halbbelastete Schiff zu verlangen ist. Unzweifelhaft hat der Rheder bei seinem Versprechen vorsichtig sein wollen, er hat $8^1/_2$ Knoten Geschwindigkeit für das mindeste gehalten, für das halbgeladene Schiff glaubten wir auf $9^1/_2$ Knoten, d. h. Seemeilen pro Stunde, rechnen zu dürfen.

Bei der Abfahrt war das Schiff $^2/_3$ beladen und machte in der Ostsee und im Anfang der Nordsee 9,2 Sm. die Stunde, dann ging die Geschwindigkeit auf 8 und $7^1/_2$ Sm. herab, hob sich die letzten 100 Sm. vor Bermudas auf 9, sank in der Sargassosee auf zwischen 7,5 und 8 Knoten, doch kamen Werthe von 7 und darunter bei Windstärken von Beaufort 4 vor; hin und wieder hatten wir aber Geschwindigkeiten von 9,2, einmal sogar von 10 Knoten. Auf der Rückfahrt hoben sich die Geschwindigkeiten wieder, sodass wir in der Nordsee meistens über 9 Knoten liefen. Die angeführten Beispiele beziehen sich auf die Zeiten, in denen wir volle 14 Stunden ununterbrochen liefen. Ich rechne, dass wir in Folge zu geringer Schnelligkeit des Schiffs etwa 10 Tage verloren haben. Bei der kurzen Dauer der Reise war dieser Verlust für alle aus dem engsten Rahmen unseres Plans heraustretenden Unternehmungen sehr störend und erklärt es, weshalb wir den Inseln fast keine Zeit widmen konnten.

Es wurde 105 mal auf See angehalten; der Halt verlangte im Durchschnitt $1^1/_2$ Stunde, die Verzögerung, welche durch das Sinken-Lassen des Dampfdrucks vor dem Halt und das Aufgehen des Dampfes nach der Fahrt verursacht wurde, mit einbegriffen.

Um eine Uebersicht zu geben, wie wir die einzelnen Strecken durchlaufen haben und wie demnach spätere Expeditionen den Voranschlag machen können, gebe ich folgende Tabelle des Kapitäns.

Kiel-Bermudas, 15. Juli bis 6. August, 22 Tage 4 Stunden, 3832 Sm. Fahrt: 7,2 Knoten.
Bermudas-St. Vincent, 11. August bis 27. August, 17 Tage, 2624 Sm. Fahrt: 6,5 Kn.
St. Vincent-Ascension, 30. August bis 10. Sept., 11 Tage 16 St., 1872 Sm. Fahrt: 6,7 Kn
Ascension-Pará, 13. bis 23. September, 11 Tage 12 St., 2206 Sm. Fahrt: 8 Kn.
Pará-Ponta Delgada, 16 Tage, 2762 Sm. Fahrt: 7,2 Kn.
Ponta Delgada-Kiel, 11 Tage, 2213 Sm. Fahrt: 8,4 Kn.

ad 2) Die wahren Kosten des Schiffs sind wie folgt zu berechnen.

Löhnung pro Monat war:

1. Steuermann	100 Mk.	1. Maschinist	180 Mk.
2. Steuermann	72 »	2. Maschinist	100 »
5 Matrosen . . . à 50 Mk.	250 Mk.	Assistent	50 »
Koch	63 »	2. Assistent	30 »
Kochsmaat	20 »	3 Heizer . . . à 50 Mk.	150 Mk.
2. Steward	30 »	Kapitän wohl	200 »
		Für 17 Mann und Kapitän Summe:	1245 Mk.

Kost für die 17 Mann 1,20 pro Tag, für den Kapitän ca. 2 Mk., macht für den Monat 695 Mk.

Oelverbrauch während der Reise 3528 Pfund[1]) und 350 Pfund Cylinderöl, macht pro Monat 900 Pfund und 90 Pfund zum Werth von ca. 648 + 126 = 774 Mk. Das Schiff rechne ich zu 200 000 Mk. mit 6 % Zinsen giebt pro Monat 1000 Mk. Dazu kommen noch die Kosten der Installation des elektrischen Lichts, Kosten für Farbe und Sonstiges, die wohl auf 100 Mk. pro Monat sich belaufen mögen. Man kann also wohl diese Kosten pro Monat auf 3900 Mk. anschlagen. Hierzu kommt noch die Versicherung des Schiffs, die 1. Klasse etwa 1250 Mk. betragen haben mag. Der reine Gewinn für die Rhederei würde also etwa 3800 Mk. pro Monat gewesen sein, wenn 10 % Abschreibung gerechnet werden 1800 Mk.

Bei der Annahme des Schiffs konnte ich die Selbstkosten noch nicht veranschlagen, es erscheint die Miethe jetzt hoch. Dabei ist aber zu bedenken, dass das Schiff nicht das ganze Jahr hindurch fahren kann und oft Frachten machen muss, bei denen es kaum bestehen kann. Nicht selten kommt es vor, dass ein Schiff in wenig Jahren seinen eigenen Werth verdient, aber auch, dass es nichts verdient und die Zinsen verliert, daher muss eine hohe Miethe genommen werden. Besonders stark an der Miethe sparen zu wollen, hätte sich nicht gelohnt, im Gegentheil, es war erforderlich, dass die Rhederei, die viel Mühe von der Sache gehabt hat, ein gutes Geschäft machte, sonst hätte die Einrichtung uns in grosse Verlegenheit bringen können. Uebrigens wurde die Miethe von Kaufleuten und Rhedern, die ich konsultirte, durchaus nicht zu hoch gefunden. Will eine Rhederei bei solchem Unternehmen keinen Vortheil machen, liegt die Sache natürlich anders.

Die Ueberstunden waren ziemlich zahlreich. Ein Heizer hatte vom 19. März bis 13. Juni, also bei gewöhnlicher Verwendung des Schiffs, wie ich aus seinem Gagenbuch entnahm, 56 Ueberstunden gehabt; so konnte es nicht Wunder nehmen, dass bei mir z. B. ein Matrose im Ganzen 100 und ½ Ueberstunde hatte. Ich kann nicht zweifeln, dass ich dabei völlig ehrlich behandelt worden bin.

Mit einem solchen Kontrakt geht Alles sehr gut, sobald die Fahrt glatt verläuft. aber wenn das nicht der Fall ist, wird die Sache unangenehm. Unbedingt muss die Versicherung dem Rheder überlassen bleiben, nur dieser kann sich in den etwa eintretenden Weiterungen mit der Versicherungsgesellschaft zurecht finden.

ad. 12 wird bestimmt, dass ein Schiedsgericht etwa entstehende Differenzen zu entscheiden habe. Ungeschickt in diesem § ist die Bestimmung, dass Personen aus Kiel genommen werden

[1]) Pfund à 0,5 kg.

sollten; ich wählte eine Person aus Gaarden bei Kiel, wogegen mein Rheder nichts hatte, freilich wohl nur, weil er schliesslich in Hamburg seinen Schiedsrichter nahm. Immerhin dürfte es richtig sein, das Schiedsgericht nur für Summen, die eine Monatsmiethe nicht übersteigen, gelten zu lassen, man kann, wo es sich um Staatsgelder handelt, einen Spruch des ordentlichen Gerichts bei grösseren Summen doch kaum vermeiden und sollte sich nicht dem Vorwurf aussetzen, den kontraktlichen Versprechungen untreu zu werden.

Diese Angelegenheit gehört nicht strenge zur Methodik, aber ich gehe darauf ein, einestheils, weil meine Erfahrungen denn doch einer künftigen Expedition von Nutzen sein könnten, theils weil die Sache zur Geschichte der Expedition gehört und mein Verhalten als Leiter trifft.

Es ist uns Deutschen leicht verständlich, wie die englische Rhederei zu der Bestimmung eines Schiedsgerichts gekommen ist, denn die englische Jurisprudenz macht auf uns den Eindruck, als wenn mit ihr garnicht mehr auszukommen wäre. Vielleicht steht es aber damit in Deutschland kaum besser, wenigstens fühle ich mich darin nicht sicher. Die Richter sind an §§ und Wortlaut der mannichfach mit Kommentaren versehenen Gesetzbücher streng gebunden. Wenn sie glauben, den Wortlaut richtig erfasst zu haben, so müssen sie danach urtheilen. Der Wortlaut ist entstanden auf Grund bestimmter zur Beobachtung gekommener Fälle, auf Grund bestimmter Erfahrungen und soll dienen für alle neu entstehenden Rechtsfälle. Wir, in den Naturwissenschaften, sind sicher, dass wir bei jedem neuen Process, den wir zu ergründen suchen, immer auf neue Komplikationen stossen, trotz der vollkommenen Regelmässigkeit und der unverbrüchlichen Gesetzmässigkeit in der Natur. Eine vollständige Voraussage eines Ereignisses, der Wirkung einer Maschine ist uns, so weitgehend und eindringend wir auch die wesentlichsten Verhältnisse erfasst, mathematisch erfasst haben, nicht möglich. Die juristischen Gesetze leisten in Voraussicht gewiss noch weniger und jedenfalls ist nicht zu verlangen, dass sie die Umstände eines neuen Vorkommnisses erschöpfend berücksichtigen. Man muss also jeden Fall für die Gesetze oder wohl häufiger den Wortlaut für den Fall deuten und dabei finden sich merkwürdig oft Deutungsmöglichkeiten, an die vielleicht nie gedacht worden wäre, wenn nicht der neue Vorfall dazu führte. Es kommt dazu, dass nur auf Antrag geurtheilt wird, dass die zwei Rechtsanwälte ex officio jeder seine besondere Deutung oder Bezugnahme vertritt und dass diese Rechtsanwälte sich erst in die Sachlage hinein zu versetzen haben, was doch immer nur mehr oder weniger unvollkommen geschehen kann. Es pflegt allgemein anerkannt zu werden, dass man nie wissen kann, wie die Entscheidungen fallen. Nach meinen, wie ich glaube unbefangenen, Erfahrungen gewinnt mich leichter die Ansicht des voll in der Praxis stehenden Juristen, als die des genauer die Gesetze kennenden und verstehenden Professors. Trotz der in wohlmeinendster Absicht seit zwei Jahrtausenden verfolgten Idee, durch möglichste Bindung der Rechtsgrundsätze Irrthümer auszuschliessen und dem Recht zum Sieg zu verhelfen, ist ein befriedigender Zustand doch nicht recht zu erreichen gewesen, sondern wir haben gesehen, dass Religion und Politik mit allen ihren Verirrungen sich im Recht wiederspiegelten und wohl auch heute noch wiederspiegeln. Das ist, weil natürlich, als unvermeidlich hinzunehmen und es dürfte daher verkehrt sein, gegen die Natur der Dinge durch immer weiter gehende Bindung, z. B. durch den Zwang, sich durch Rechtsanwälte vertreten zu lassen, angehen zu wollen.

So hat der die Gerichte ausschliessende Paragraph allgemeine Zustimmung gefunden. Wie schon gesagt, geht bei derartigen Miethkontrakten alles gut, wenn keine besonderen Zufälle eintreten; ereignen sich diese, dann kommen Konflikte. Es zeigte sich, dass mir schliesslich von der Rhederei eine gewisse Summe von mehreren tausend Mk. zur Last gelegt wurde, die mir meines Erachtens nicht zufiel. Alle Ueberstunden, alle Kosten der Wasseraufnahme, namentlich aber auch den ganzen Aufenthalt auf den Açoren, die ich, wie der Reisebericht erwähnt, wegen Havarie anlaufen musste, sollte ich bezahlen, abgesehen von den Dockkosten, die die Assekuranz zu tragen hatte. Die Rhederei gründete letzteren Anspruch namentlich darauf, dass ich, d. h. meine Lootsen, Schuld an dem Auflaufen im Tocantins gewesen sei, und dies Auflaufen wiederum die Lösung der Schraube mitten auf dem Ocean verschuldet habe. Ich meinerseits leugnete das und stellte Gegenforderungen wegen der Langsamkeit des Schiffs, die der kontraktlichen Zusicherung nicht entsprach. Die von dem Steuermann geführten Register der Fahrt hatte ich mir ausziehen lassen, was zu thun immer richtig sein wird. Die Frage mit den Lootsen lag immerhin etwas verwickelt. Die Expedition hatte ihn zu bezahlen, die Lootsen, deren vom Staat angestellte es keine in Parà giebt, machten enorme Ansprüche, für höchstens fünf Tage verlangten sie 800 bis 1000 Mk. Ich glaubte mit meinem Handeln verantwortlich zu sein und liess mir von dem deutschen Konsul, dem ich officiell empfohlen war, rathen. Dieser machte kein Bedenken gegen seine Rathsertheilung geltend, sondern rieth, mir von der Gesellschaft für die Dampfschiffsfahrt auf dem Amazonas einen Lootsen zuweisen zu lassen. Der Kapitän hatte dagegen keine Bedenken, ich verhandelte in Gemeinsamkeit mit ihm, wenn ich recht erinnere, über den Lootsen, der uns zugesagt wurde und sich uns später vorstellte. Daneben wurde uns von einem anderen Lootsen, der englische Dampfer den Strom hinaufbrachte, gesagt, dieser machte aber ganz hohe Geldforderungen und wurde mir garnicht vorgestellt, sodass nur der Kapitän ihn kannte. Nun hatte der Kapitän gegen den uns von der Kompagnie vorgestellten Lootsen anfänglich Misstrauen, weil er nicht ganz nüchtern war, aber wir liessen dies Bedenken fallen, weil sein Begleitlootse uns versicherte, dass er an Bord stets völlig nüchtern sei, und weil wir uns sagten, dass er an Bord kein Uebermaass berauschender Getränke erhalten werde. Der Kapitän machte wenigstens keinerlei Einwand weiter und an Bord war der Mann in der That völlig nüchtern. Thatsächlich setzte nun dieser Lootse das Schiff zweimal auf den Grund und zwar in einer Weise, dass er sich als völlig des Fahrwassers unkundig erwies. Der Direktor der Kompagnie hatte uns gesagt, dass dieser Mann seine Schiffe 30 oder 40 mal immer ohne Unfall den Amazonas hinauf geführt habe. Es ist für mich schwer, die bezüglichen Verhältnisse zu durchschauen. In der Verwaltung sass auch ein Deutscher neben dem Direktor (der Engländer war); ich baute darauf, dass der deutsche Herr mit für unsere Interessen eintreten sollte, was wohl nicht der Fall gewesen ist. Der Lootse erhielt von uns keine Bezahlung und dürfte schwerlich bei der Sache seine Rechnung gefunden haben. Wäre das Schiff schwer havarirt, so hätten die Interessen vielleicht anders gelegen. Wenn ich jetzt an alle die Verhältnisse zurück denke, scheint mir der Plan einer Befahrung des Amazonenstroms mit dem eigenen, werthvollen Schiff doch zu gewagt gewesen zu sein. In solchen Fällen muss man lieber die Rechnung auf Miethe dort beheimatheter

Fahrzeuge stellen. Kosten und Sicherheit stellen sich auch dabei nicht günstig, aber das Risiko ist doch ein geringeres.

In Bezug auf die Annahme des Lootsen hat das Seegericht in Flensburg, dem der Spruch über die Havarie des Schiffs zustand, sich schliesslich in Verhandlungen, zu denen ich leider nicht zugezogen wurde, dahin entschieden, dass den Kapitän die Verantwortung trifft, er hätte für den Lootsen sorgen sollen und hätte bei vorliegender Sache den theuersten Lootsen nehmen müssen.

In einigen Richtungen halte ich dies Urtheil für unrichtig. Abgesehen davon, dass mir eine Meinungsverschiedenheit mit dem Kapitän nicht merkbar geworden ist, handelte es sich weniger darum, dass der bezügliche Lootse eine ungemein hohe Forderung stellte — über 800 Mk. für vier Tage Fahrt —, als darum, dass ich glaubte mich an die Empfehlung des deutschen Konsuls halten zu sollen. Hätte dieser irgend Bedenken getragen, seinen Rath zu ertheilen, dann hätte die Sache anders gelegen; ich hätte auf eigene Verantwortung handeln müssen und vielleicht doch den anderen Lootsen genommen. Wie es lag, war ich auf die grosse Amazonas-Kompagnie, in deren Direktion ja auch ein mir bekannter Deutscher sass, hingewiesen und hätte den dringendsten Grund haben müssen, wenn ich von diesem gewiesenen Weg abgewichen wäre. Wenn der Weg irrig war, so ist er doch principiell richtig gewesen. Das Gericht kann den deutschen Konsul als berechtigten Rathgeber unmöglich in Folge eines einmaligen Misserfolges generell desavouiren. Hätte ich mit schlechtem Erfolg dem Rath des Konsuls, dem ich officiell empfohlen war, entgegen gehandelt, so würde man mich unzweifelhaft haben verurtheilen können. Ist das richtig, so ist der gegentheilige Spruch des Gerichts nicht richtig gewesen. Uebrigens glaube ich, dass die bei uns noch ziemlich neue Einrichtung dieser Seegerichte eine höchst wohlthätige ist, Missgriffe werden sicher mehr und mehr vermieden werden.

Der Lootse erwies sich so auffallend untüchtig, dass ich mich gefragt habe, ob bei dem zweimaligen Aufsetzen des Schiffs eine Absicht habe obwalten können. Auf Bermuda, so wurde behauptet, gehen eine Menge Schiffe durch absichtlich falsche Steuerung zu Grunde, weil der weiten Entfernung halber die Versicherungsgesellschaften es in der Regel vorziehen, solche Schiffe kondemniren zu lassen und dabei für gewisse Insulaner ein grosser Vortheil entsteht. An dergleichen könnte man denken. Es wäre auch denkbar, dass die Kompagnie hätte verhindern wollen, dass ein deutsches Schiff so weit in den Amazonenstrom vordringe. An beide Motive glaube ich nicht, aber ganz verständlich ist mir nicht geworden, wie eine so schlechte Führung des Schiffs möglich war. Der Lootse hatte behauptet, auch bei Nacht fahren zu können, legte dann aber doch das Schiff im Tocantins in der Nacht vor Anker. Am Morgen rannte er darauf das Schiff mitten im viele Seemeilen breiten Tocantins so zwischen Bänken auf, dass hinten und vorn am Schiff die Bank bei Ebbe trocken lief und wir nur durch das wirklich ganz vortreffliche Manöveriren des Kapitäns abkamen. Nachdem etwa 150 Tons Kohlen über Bord geworfen waren, wurde mit schwerem Warpanker unter Arbeit aller drei starken Dampfwinden das Schiff soweit herumgebracht, dass es in dem, wenige Minuten dauernden Moment, wo der Gezeitenstrom umsetzte, weit genug herumgezogen wurde, um rückwärts zwischen der Reihe von Bänken herauskommen und frei werden zu können. Kaum 50 Meter nach Norden von uns lag

der Anfang des tiefen Fahrwassers, das von dort mindestens eine Meile breit bis zur Küste reichte. Entweder muss der Lootse mit ganz ausserordentlicher Ortsunkenntniss uns festgesetzt haben, das vermag ich seiner Intelligenz nicht zuzutrauen, oder er muss ein grosser Nichtswisser gewesen sein, und zu diesem Resultat komme ich.

Es kam, wie erwähnt, zu einer Differenz zwischen der Rhederei und mir. Ich erbat mir durch Hilfe des k. Ministeriums einen Schiedsrichter von der Marine, doch schien es, dass die Usangen der Handelsmarine selbst von dem mir ausgesuchten Vertreter nicht gut gekannt waren, der Vertreter der Gegner war ein Hamburger Rheder. Diesem schienen die Dinge zu verwickelt zu liegen. Er kam freundlichst zu mir und sagte mir, er habe selbst einmal eine solche Angelegenheit gehabt und verloren, vielleicht mit Recht, er habe sich dabei aber so gekränkt gefühlt, dass er seinen Gegner habe todtschlagen mögen. Er rathe dringend zu einem Vergleich. Da ich in der That bereits empfunden hatte, dem Aerger in solchem Process recht zugängig zu sein und da die Dinge jedenfalls verwickelt lagen, stimmte ich zu und der Herr vertrug die Angelegenheit auf Halbirung der fraglichen Summe. Ich glaube, dass das Schiedsgericht doch ähnlich geurtheilt haben würde und dann hätte ich dazu noch einen Geldwerth von mindestens tausend Mark an Arbeitsunfähigkeit in Folge Aergers verloren.

Die Rhederei ist übrigens noch in Rechtsstreitigkeit mit der Versicherungsgesellschaft gerathen, da behauptet wurde, sie habe das Schiff nicht für die verunglückte Reise zum Amazonas gehörig versichert. Die Rhederei ist, wie ich höre, in letzter Instanz mit der Forderung zurückgewiesen, was ich sehr bedaure.

Zur Vergleichung der Grössenverhältnisse der Expeditionsschiffe möge Folgendes dienen.

Der Vereinigte Staatendampfer Blake hatte: Länge 42,67 m, Breite über Planken (beam?) 8,16 m, Tiefgang 3,3 m, Raummaass 350 Tons O. M. (?), 70 Pferdekraft nominell, 270 Pferdekraft wirklich. Er lief 8 Knoten (Seemeilen zu 1852 m) pro Stunde mit Verbrauch von 4 Tons Kohlen, die Bunker fassten etwa 142 Tons.

Das Schiff der dortigen Fischerei-Kommission Albatross, dessen Bau (mit Maschinen, wie ich glaube) 600 000 Mk. kostete, hatte: grösste Länge 71,4 m, Breite 8,25 m, innere Tiefe 5,1 m, Deplacement 1074 Tonnen, Netto-Tonnage 348. Das Schiff hat zwei Schrauben (Propeller). Die Beschreibung ist rein technisch und sehr detaillirt, aber für uns weniger brauchbar. Es hat fünf Böte, darunter einen Dampfkutter von 16 H. P., der drei Tage mit 8 Knoten laufen kann, und eine Dampfgig mit $7^1/_2$ H. P., die zwei Tage mit 7 Knoten geht und eine besonders geschützt liegende Schraube hat.

Handelsdampfer Voeringen: Länge 35 m, Breite 7 m, Tiefgang 4 m, 344 Tons Brutto, 55 Pferdekräfte, $7^1/_2$ bis 8 Knoten Fahrt, 150 Tons Bunkerraum und $5^1/_3$ Tons Kohlen für 24 Stunden. Der skandinavische Text giebt sonderbarerweise im Gegensatz zum englischen Text 1400 Tönder Bunker und pro Stunde 2 Tons Kohlen, was ich nicht verstehe. Es waren für die erste Reise, die 87 Tage dauerte, 90 700 Mk. bewilligt. Das Schiff gab 4533 Mk. Monatsmiethe ohne Mannschaft, es wurde den 14. April gestellt und lief den 1. Juni in See, hatte also 47 Tage Zeit zur Ausrüstung.

National hatte: Länge 57,91 m, Breite auf Hauptspaut 8,82 m, Tiefe im Raum 4,55 m, Tiefe im Kiel 5 m, Tiefgang circa 4,2 m, 835 Tons brutto. Brauchte bei voller Fahrt ($9^1/_2$ Knoten) 6 Tons Kohlen, Bunkerraum fasste 150 Tons.

Das österreichische Transportschiff Pola hat: Länge über Alles 57,91 m, Breite über Planken 9,1 m, Tiefe im Raum 5,5 m, Tiefgang 4,12 bis 4,95 m, Deplacements-Tonnen 1293, Pferdekräfte 625. Sie läuft volle Kraft 10 Knoten, hat 200 Tons Bunkerraum und braucht bei 7 Knoten Fahrt (halbe Kraft) 16 Tons Kohlen in 24 Stunden.

Für Talisman finde ich 70 m Länge und 9 m Breite angegeben.

Der holländische Segelschoner Willem Barents, der sich den nordischen schweren Seen aussetzte, hatte: Länge 24 m, Breite binnen Verkleidung 6 m, Tiefe aus dem Kiel 3 m. Auf so kleinem Schiff leidet die Bearbeitung der Fänge Noth.

B. Ausrüstung des Schiffs.

a. Ausrüstung mit Personal.

Ich gehe nun zur Ausrüstung des Schiffs über. Als besondere Hilfskräfte hatte ich noch einen Fischer, ferner einen sog. Takler, der mit den Netzen Bescheid wusste, einen Gesellen meines hiesigen Mechanikers, der bei der Anfertigung der Apparate beschäftigt gewesen war, und einen Stewart mitgenommen. Ausserdem trugen wir die Kosten des Kochs und zur Hälfte die Kosten eines Zimmermanns, der auch tauchen konnte. Ich hatte darauf bestanden, dass alle diese Leute förmlich angemustert würden, weil ich so am besten das Kommando des Kapitäns für gesichert hielt. Die, in gewisser Weise mechanische Maassnahme ist vielleicht nicht richtig gewesen. Die Leute fühlten sich als wesentlich unter meinem Kommando stehend und betrachteten sich von Anfang an als nicht unter dem Kommando des Kapitäns. Dieser, der leicht reizbar war, fühlte sich sofort dadurch verletzt, dass die Leute ihn seiner Meinung nach nicht gehörig grüssten und sich überhaupt selbstständiger stellten, als er es wünschte. Die Klagen kamen zu spät an mich und waren zum Theil gegenseitige. Ich habe nach Kräften zu vermitteln und Anweisungen zu geben versucht, aber ich hatte vor Allem das Interesse zu verfolgen, die Leute möglichst willig und arbeitslustig zu erhalten, überhaupt möglichst gut durch die Verwickelungen zu kommen. Eine gewisse Spannung, eine gewisse Unfreudigkeit blieb bestehen, ich glaube auch, dass das grosse Vertikalnetz nicht verloren gegangen wäre, wenn der Takler seine volle Dienstwilligkeit behalten hätte. Als wir wieder in Kiel waren, kam der Streit zum vollen Ausbruch, der Kapitän wollte den Mann nicht mehr an Bord haben, und die Ausschiffung des Geräths wurde mir dadurch ausserordentlich erschwert, aber jetzt waren unsere Resultate schon gesichert. Unser Koch konnte nicht viel, unser Steward war recht mittelmässig, aber es war nicht gelungen, für die ungewöhnlichen Verhältnisse und die kurze Reise bei den knappen Mitteln Besseres zu beschaffen; wir litten dabei zwar persönlich, aber die Ergebnisse blieben davon unberührt.

Wir hätten keinen der extra mitgenommenen Leute entbehren können, namentlich wird man auch immer einen Mechaniker auf solchen Fahrten mitnehmen müssen; es gab täglich etwas für ihn zu thun, zuerst war er sogar sehr überladen. Es wird sich empfehlen, für die Leute besonderen Verdienst oder eine besondere Prämie in Aussicht zu nehmen, weil bei solchen Untersuchungsfahrten ein Anspruch an besonders guten Willen erhoben werden muss.

b. Die Leitung.

Bezüglich meiner Thätigkeit als Leiter der Expedition habe ich in erster Linie mit freundlichstem Dank hervorzuheben, dass die Herren Mitglieder der Expedition mir die Funktion in jeder Weise erleichterten und niemals die geringste Erschwerung veranlasst haben. Ich trug die vollste Verantwortung für die Vorbereitung und die Durchführung des Unternehmens, aber Hr. Professor Fischer hatte die Verproviantirung und die täglichen Menage-Sorgen, sowie, mit Hilfe des Stewards, die Beschaffung frischen Proviants übernommen. Mir würde diese Angelegenheit viele Mühe gemacht haben, auch würde ich nicht entfernt dem Geschäft

so gut vorgestanden haben, wie Hr. Professor Fischer, gestützt auf eine langjährige Funktion als Arzt und Oberarzt an Bord von Kriegsschiffen, dies zu thun vermocht hat. Die Anordnungen sind nicht einfach und mühelos, ich und alle Mitglieder der Expedition wissen es unserem ärztlichen Mitgliede den grössten Dank, dass er sich dieser Angelegenheit so energisch und zu aller Wohlergehen angenommen hat.

Ich gebe an dieser Stelle nur in den Hauptzügen einen Bericht über meine Thätigkeit als Führer der Expedition, manche Einzelheiten finden sich an anderen Stellen.

Die erste Aufgabe des Leiters schien mir die zu sein, das Unternehmen zu einem glücklichen Ende zu führen, wozu allerdings auch gehörte, mit den vorhandenen Mitteln zu reichen und die veranschlagte Zeit inne zu halten. Die zweite Aufgabe war: so viel wie irgend möglich die Gelegenheit auszubeuten. Beide Aufgaben kommen leicht mit einander in Konflikt, dann muss die Bedeutung der einen gegen die der anderen abgewogen werden. Für mich stellte sich die erstere in den Vordergrund. Es handelte sich um ein erstes derartiges Unternehmen, dem, wie ich überzeugt war und heute noch bin, andere solche Unternehmungen nachfolgen müssen. Diese Erwägung liess mich mehr als einmal von jedem gewagteren Vorgehen abstehen. Ein Misserfolg hätte ausserordentlich geschadet, denn er hätte allen denjenigen, die die Nothwendigkeit solcher Studien nicht verstehen und ihnen sogar abgeneigt sind, eine Stütze gegen jedes fernere derartige Unternehmen geboten und nur äusserst wenige in Deutschland hätten gesagt, man müsse nun erst recht die Sache durchsetzen; das liegt nicht in unserem Nationalcharakter. Eher würde man sich einen noch wenig ausgreifenden Anfang gefallen lassen, um dann noch einen Versuch zu machen, aber die Geschichte unserer arktischen Fahrten und manche anderen Verhältnisse zeigen ganz deutlich, dass die allgemeine Meinung, namentlich die der reicheren Stände, energielos solchen wissenschaftlichen Unternehmungen gegenüber steht. Dass die grossen Vermögen, denen solche Unternehmungen eine wahre Kleinigkeit wären, an deren Ausführung denken sollten, sobald das nicht neben einem Jagdausflug oder dergleichen geschehen kann, kommt nicht vor. So habe ich es für geboten gehalten, Entsagung zu üben; also: als wir östlich Grönlands angelangt waren, habe ich es wegen eines Sturms aufgegeben, westlich Grönland nach Norden vorzustossen, ebenso hielt ich mich nicht auf den Neufundlandbänken auf, weil im Nebel ein Schiff, das nicht mit den anderen Kurs läuft, Kollisionen zu befürchten hat, ebenso kehrte ich auf dem Wege zum Hauptarm des Amazonenstroms um, trotzdem wir alle so gerne weiter gegangen wären, weil ich nicht die Gefahr eines nochmaligen Festfahrens laufen durfte. Auf späteren Unternehmungen mag man eher schneidig vorgehen, für diesmal war Verzicht geboten. Sehr energisch habe ich jeden, auch den kleinsten Zeitverlust vermieden, und der Erfolg hat mir darin recht gegeben. Es war hart, die Inselfauna nicht ausreichend untersuchen zu können, die geringe Zeit, die blieb, wurde noch dazu dadurch beeinträchtigt, dass die Unpräcision der Bevölkerung, der Böte, die bestellt waren, der Besuche, die angekündigt wurden, grössere Ausflüge hinderten, da viele Stunden über die bestimmte Zeit hinaus vergingen. So wurde namentlich ich gehindert, am Strand- und Küstenwasser Exkursionen zu machen. Es müssen künftig diese unvermeidlichen Zögerungen mit in Rechnung gezogen werden, wenn dem Strande oder dem Lande die Aufmerksamkeit zugewendet werden soll. Für diesmal ist der wissenschaftliche Ver-

lust noch nicht fühlbar, spätere Expeditionen werden aber entschiedener Parallelen zwischen der Küste und der hohen See zu ziehen haben, ihre Zeit wird relativ viel reichlicher zu bemessen sein. Ich würde es vielleicht gewagt haben, den Voranschlag zu Gunsten des Zeitgewinns etwas zu überschreiten, aber es war eben eine **Ferientour** und ein ernstes Interesse waltete ob, dass die begleitenden Docenten beim Beginn des neuen Semesters sowohl gegenüber der Universität als gegenüber der Marineakademie ihren Urlaub innehalten konnten. Jeder Zug mehr kürzt die Zeit für eine Dampfbootfahrt entsprechend mehr, während es für ein Segelschiff darauf ankommt, den günstigen Wind abzuwarten. Es wäre oft erwünscht gewesen, tiefe Züge und Züge bei Nacht machen zu können, aber, abgesehen von dem nothwendigen Zeitaufwand, erschweren noch andere Umstände die Ausnutzung der Gelegenheit. Man muss durchaus eine gewisse Regelmässigkeit der Arbeitszeit innehalten. Am Morgen muss das Deck gescheuert werden, man kann während dieser Zeit nicht regelmässig andere Arbeiten vornehmen lassen, für die verschiedenen Mahlzeiten muss auch eine gewisse Zeit festgehalten werden, die Vorbereitung zum Fischen muss regelmässig geschehen können, kurz, Alles muss ineinander greifen, eine freie Wahl, wann gefischt werden soll, bleibt bei so zahlreichen Zügen, wie wir sie machten, kaum übrig. Es hätte Interesse gehabt im Dunkeln zu fischen, weil dann die rascheren Thiere etwas reichlicher gefangen worden wären, aber dabei stösst man auf ziemlich viele Hindernisse; namentlich lässt sich das nothwendige Aussuchen der Fänge nicht so gut bewerkstelligen und es wurde sehr darüber geklagt, dass das Licht an Deck in gefahrdrohender Weise die Fähigkeit beeinträchtige, im Dunkeln weit genug voraus zu sehen, um Kollisionen mit entgegen kommenden Schiffen zu vermeiden, auch beraubt man nicht gerne bei Nacht das Schiff seiner Steuerfähigkeit. Es wird besonderer Einrichtungen bedürfen, um im Dunkeln regelmässig fischen zu können, solche Einrichtungen sind also für erneute Fahrten empfehlenswerth. Sobald sich ergab, dass die Zeit zu knapp bemessen war, stand zu entscheiden, wie viel Zeit auf die Fänge verwendet werden könne, d. h., wie tief gefischt werden dürfe. Ich habe mich dahin entschieden, in der Regel das Planktonnetz nur 200 m, das grössere Vertikalnetz 400 m zu versenken. Das Schliessnetz gab keine Anzeige dafür, dass in grossen Tiefen erheblicher Fang gemacht werden könne; die Fänge, welche dieser Apparat im Anfang aufbrachte, sahen noch nach weniger aus, wie wirklich, namentlich in den Tropen, in der Tiefe sich findet. Von einer regelmässigen Durchfischung der ganzen Tiefe konnte auf keinen Fall die Rede sein. In zwei Sekunden konnte das Netz nur 1 m durchlaufen, 6000 m würden also zweimal 12 000 Sekunden, nahe sieben Stunden erfordert haben, für zwei Netze also 14 Stunden und zweimal am Tage 28 Stunden, das liess sich neben so manchen anderen Plänen natürlich nicht machen, auch ergab sich aus später erworbenen Erfahrungen über den Wasserverlust bei solcher Fischerei, dass wir damit nicht durchgekommen wären, auch nicht, wenn wir täglich nur einmal hätten fischen wollen. Es veranlasste mich aber namentlich ein anderer Grund, die Tiefen in der genannten Weise zu wählen. Bei etwas unruhigem Wetter, auf das ich doch für die ganze Fahrt rechnen musste, war das Schiff bei den Einrichtungen, die wir hatten, nicht an Ort und Stelle zu halten; es trieb also mit verschiedener Geschwindigkeit ab. Die Hauptmasse des Planktons war aber ziemlich nahe der Oberfläche. Durch die Abtrifft kam das Netz weniger tief herab, als die

Länge des abgelaufenen Seils angab, dadurch verloren die Fänge an Vergleichbarkeit; das war freilich bei der Armuth der Tiefe nicht so sehr wichtig. Aber das Schiff treibt auch bei dem Aufziehen ab, dadurch entsteht der Uebelstand, dass das Netz in den höchsten Schichten am meisten schräg durch das Wasser gezogen werden muss und dabei mehr an der Oberfläche fängt, als es darf. Dieser Fehler hängt ab von der Länge der Zeit, die das Schiff abtreiben darf und natürlich auch von der Grösse des Abtriebs. Er konnte nur klein gemacht werden, wenn das Netz nicht zu tief ging. Dazu kam noch, dass ich bei tiefer Fischerei aus dem Oberstrom heraus kam, also nicht nur mit der Abtrifft des Schiffs durch den Wind, sondern auch noch mit der durch den Strom hätte rechnen müssen. Ging der Strom gegen den Wind an, was einige Male vorkam, so gerieth das Netz unter das Schiff, und es liess sich nicht entscheiden, ob es erheblich abgetrieben war. Immerhin ist das Netz meistens gut aufgekommen, d. h., in immer gleicher Weise und in geringer Entfernung von dem Schiff, weil ich bei gar zu unruhigem Wetter das Fischen unterliess. Hätten wir aber auch nur 600 m tief gefischt, so wäre die Vergleichbarkeit sehr stark beeinträchtigt worden. Dafür und für noch tiefere quantitative Netzzüge müssen die Einrichtungen anders ausgebaut sein, als ich das damals möglich machen konnte.

Ich habe mich darauf eingelassen, die Expedition in der Zeit von fünf Monaten auszurüsten und in 10 Tagen das Schiff umzubauen und fertig zu stellen. Dabei standen mir freilich die Räume des zoologischen und physiologischen Instituts zur Aufbewahrung des Apparats zur Verfügung, auch war die Beschaffung vieler Dinge von den Herren der Expedition freundlichst übernommen worden, das Meiste lag aber doch auf meinen Schultern. (Der Voeringen stand für seinen Umbau 46 Tage zur Verfügung.)

Ich rathe auf das Dringendste ab, sich jemals wieder auf so kurze Fristen einzulassen. Ich habe geglaubt das thun zu müssen, weil es nicht anders ging und weil ich überzeugt war, die Frist innehalten zu können. Für eine zweite Fahrt würde es sich übel lohnen, wenn man nicht mindestens die doppelten Fristen hätte.

c. Ausrüstung mit Kohlen und Proviant.

Der ganze Verbrauch des Schiffs an Kohlen hat laut Maschinenjournal 602,5 Tonnen betragen, ausserdem 1065 Pfund Maschinenöl und 150 Pfund feineres Oel. Geladen waren 804 Tonnen, da aber im Tocantins der Angabe nach 150 Tons über Bord geworfen waren, kamen wir mit 71,5 Tons zurück. Es sind bisweilen nur 5 oder etwas mehr Tons Kohlen von dem Schiff gebraucht, bei halber Fahrt z. B. in stürmischer Zeit, im ganzen scheinen aber doch die vollen 6 Tons gebraucht worden zu sein, während ich einen geringeren Verbrauch gerechnet hatte, weil das Schiff täglich mehrere Stunden still lag. Innerhalb dieses Verbrauchs sind noch 25 Tonnen Kohlen und 100 Pfund Oele für Küchenbedarf und elektrisches Licht verrechnet. Die Kohlen kosteten im Schiff 8429.3 Mk., also beinahe 14 Mk. die Tonne. Die Tonne kostete allerdings vom Bergwerk ab nur 13.18 Mk., aber es lagen darauf noch etwa 600 Francs Gebühren für Ladung auf das Schiff und Sonstiges. Unter diesen Gebühren

befinden sich 505 Francs Lootsengelder, Feuergelder und Dockabgaben in Gent. Es kann ebenso wohl sein, dass die Kosten in anderen Kohlenhäfen geringer, als dass sie höher werden würden.

Die Versorgung mit Kohlen wird bei derartigen Expeditionen immer eine grosse Rolle spielen, selbst wenn die Fahrt mit Kriegsschiffen gemacht wird, fallen sie in gleicher Weise in Rechnung. Wie die Dinge sich stellen, wird sich aus Folgendem ergeben. Es war mir ursprünglich ein kleineres Schiff für 200 Mk. täglich angeboten, später wurde dessen Preis auf 275 Mk. gestellt und ich nahm daher ein Schiff, das grösser war und 300 Mk. täglich bedang. Das wird gewiss als eine falsche Spekulation betrachtet werden, aber die Sache liegt doch ganz anders. Jenes erste Schiff lief angeblich in Ballast 9 Knoten, würde also belastet und bei seiner Kleinheit (1200 Kubikmeter gegen 1700) viel weniger gelaufen sein. Das Schiff würde mehr als 800 Tons Kohlen gebraucht haben, es konnte aber nur 300 Tons gut laden, sodass unterwegs zweimal Kohlen zu nehmen gewesen wären. Die Kohlen würden in St. Vincent 40 Mk., in Pará gegen 50 Mk. pro Ton betragen haben, die gesammten Kohlenkosten würden etwa 24200 Mk., also gegenüber dem jetzigen Kohlenverbrauch 15800 Mk. mehr betragen haben. Diese Summe wird nicht entfernt gedeckt durch die Ersparniss in der Schiffsmiethe, die etwa 2860 Mk. betragen haben würde. Selbst wenn ich das Schiff noch für 200 Mk. täglich hätte bekommen können, wäre es in Folge des grösseren Kohlenbedarfs und der geringen Ladefähigkeit um 4000 Mk. theurer geworden, als der National. Für die billigste Beschaffung der Kohlen wollte ich ursprünglich England an einem schottischen Kohlenhafen anlaufen und von dort aus weiter gehen, dadurch hätte ich noch etwas billigere Kohlen als die belgischen erhalten können, aber unter Aufopferung von mindestens 3 Reisetagen. Die Rhederei liess den National, der zuletzt Ladung nach Gent hatte, dort sofort Kohlen nehmen, sodass er damit fertig beladen hier ankam und rechnete sich dafür nur den Vortheil der oben genannten 505 Francs, die wir bei einem Anlaufen in England doch hätten bezahlen müssen, und die durch das Liegen des Schiffs behufs Aufnahme von Ladung zum grösseren Theil konsumirt wurden.

Ich habe bereits darauf aufmerksam gemacht, dass bei dieser Kohlenfrage noch ein anderer Umstand sehr in Betracht kommt, das ist das Bunkern. Als Bunker werden die bequem neben der Maschine gelegenen Kohlenräume bezeichnet, die es den sog. Trimmern unter den Maschinisten gestatten, mit verhältnissmässig grösserer Leichtigkeit die Kohlen in den Maschinenraum zu bringen. Die Bunker sind von solcher Grösse, dass sie für die Hin- und Rückreise eines Schiffs auf der Fahrt, für die es beim Bau bestimmt war, ausreichen. Sie reichten nominell für 25 Tage aus. Zur Wiederauffüllung war ein Tag erforderlich. Mir war gesagt worden, dass diese Auffüllung sehr wohl auf See geschehen könne, aber darin hatte ich mich verrechnet. Die Kohlen stäubten ungewöhnlich stark und als das erste Mal an Bord einige Tage vor Bermudas gefüllt werden musste, gab es viel Aergerniss, da meine Leute behaupteten, dafür nicht angenommen zu sein und der Kapitän sie ohne vorherige Rücksprache mit mir dazu kommandirt hatte. Ausserdem bekamen einige von der Mannschaft bedeutenden Augenkatarrh. Noch dazu wird das Schwingen der gefüllten Kohlensäcke, die aus dem Raum emporgehisst werden müssen,

lebensgefährlich; der Schmutz an Bord wird unerträglich und an Arbeiten ist für den Tag garnicht zu denken. Ob es möglich ist, die Einrichtungen für den Kohlentransport aus dem Raum zur Maschine zu verbessern, weiss ich nicht, wir waren so glücklich, abgesehen von dem genannten Tag, stets in den Häfen bunkern zu können, und zwar mit Verwendung von Kohlenarbeitern. Selbst in Ascension glückte es durch die grosse Freundlichkeit des Gouverneurs, die Arbeit durch Hilfskräfte besorgen zu lassen. Ueberall machte sie aber viel Mühe und die betreffenden Arbeiter waren sehr widerwillig. Während das Laden der ganzen Kohlenmasse in Belgien 150 Francs Arbeitslohn betrug, stellte sich die Füllung der Bunker in Bermuda auf 440 Mk., in St. Vincent auf etwa 400 Mk., in Para nicht ganz soviel, in Ponta Delgada auf St. Miguel 215 Mk. Diese Summe von etwa 1400 Mk. hätte bei etwas reichlicherer Besatzung und besser transportablen Kohlen gespart werden können, aber es wären dadurch mindestens 6 Arbeitstage verloren gegangen und zwar relativ schöne Tage. Trotz der Mehrkosten würde ich nur rathen können, die Kohlenarbeiten möglichst in Häfen vorzunehmen.

Bezüglich der Verproviantirung ist Folgendes zu berichten. Die Rhederei hatte die Beköstigung ihrer Leute zu besorgen und hatte auch meine Leute in Kost für 1.20 Mk. täglich übernommen. Den Kapitän hatten wir an unserem Tisch und der Steward lebte von unserer Küche. Die Mannschaft kochte für sich selbst, wie das auf solchen Schiffen Gebrauch ist, die Officiere assen mit meinen Leuten.

Jedes Mitglied hatte täglich 12 Mk. Diäten und hatte davon seinen Unterhalt zu beschaffen. An Getränken betrugen die erwachsenen Kosten für den einzelnen zwischen 97 und 212 Mk., die Kosten für Essen und Tischwäsche betrugen 474.20 Mk., für Ausrüstung für den gemeinschaftlichen Tisch 49.70 Mk., endlich für Löffel, Gabel u. s. w. zum eigenen Gebrauch 27.37 Mk., in Summa für Unterhalt während der 115 Tage 551.25 Mk., d. i. 4.08 Mk. pro Tag. Hierin sind eingeschlossen die Bewirthung gemeinsamer Gäste, soweit sie nicht Sache der Leitung oder der Expedition war. Ausserdem hat natürlich noch jedes Mitglied seine besonderen Ausgaben gehabt, doch ist mit den genannten Diäten auszukommen gewesen.

Wir mussten natürlich erheblich mehr Proviant mitnehmen, als wir verbraucht haben, denn durch Bruch der Schraube oder ähnlichen Unfall kann sich der Seeaufenthalt bedeutend verlängern, ausserdem muss man in den Tropen meistens auch vom eigenen Proviant zehren, denn am Lande ist nur ungenügend Nahrung zu haben. Man muss also die Abmachung treffen, dass wohlerhaltene Proviant- und Ausrüstungs-Gegenstände wieder zurück genommen werden.

Die Frage nach der Ausrüstung und deren Kosten wird bei jeder solchen Expedition immer wieder entstehen. Man kann ja mit dem Steward einen Kontrakt machen, aber dann fragt sich, ob genügende Reserve gesichert ist und ob Alles genügend vorausbedacht und sicher gestellt worden ist. Entsteht Streit, so ist die Sache an Bord immer recht übel. Jedenfalls glaube ich, dass es richtig sein wird, zwar nicht für den Leser, aber für spätere Expeditionen, für die ich dies in erster Linie schreibe, eine generelle Uebersicht zu geben. Ich werde übrigens die gesammten Abrechnungen auf hiesiger Universitätsbibliothek auf 100 Jahr deponiren mit der Maassgabe, dass sie auf Verlangen jeder neuen Expedition überschickt werden sollen.

Genereller Rechnungsauszug der Proviantverwaltung der Mitglieder der Expedition.

Posten	Betrag	
Proviant von Hrn. Richers in Hamburg 2986.50 Mk., davon zurück für 650 Mk., bleiben . .	2336.50	Mk.
Hauptsächliche Bestände waren: 12 Flaschen Oel, 12 Glas Pickles, 4 Gl. Tafelsalz, 2 Gl. Curry, 8 Gl. Früchte, 8 Gl. Mayonnaise. Gewürze, 10 Dosen Ochsenzungen, 24 Dosen Corned Beef, Büchsen mit Lachs, Hummer, Sardellen, Sardinen, diverses getrocknetes Obst, 20 Pfd. Sago, 50 Pfd. Salz, 30 Pfd. Bohnen, 25 Pfd. Reis, 150 Pfd. Zucker, Bohnen, Erbsen, Linsen, Nudeln, diverse Käse, 3 Fass Mehl, Hartbrod, diverse Würste, Butter, Kohl, Spargel, Rauchfleisch, diverse Braten, Kartoffeln, Wurzeln, Rüben.		
Ein schlechter Koch verdirbt das beste Material am ärgsten, man sollte auf theure Konserven, namentlich in Fleisch und feineren Gemüsen, lieber verzichten und nur nehmen, was fast ohne Zubereitung genossen werden kann.		
Konservirte Milch 125/2 Flaschen (leider etwas angebrannt)	31.50	»
Frisches Fleisch	69.20	»
Schinken und gesalzenes Fleisch	381.70	»
Verschiedenes lebendes Geflügel nebst Futter und Diverses	263.70	»
Gärtnerwaaren an Kohl, Zwiebeln u. s. w.	46.10	»
Lichte (weil elektrisches Licht an Bord nur wenig erforderlich)	12.80	»
Summe für mitgenommene Viktualien 3141.50 Mk.		
In Bermudas: Proviant an Fleisch, Fischen, lebendem Geflügel und Früchten	160.—	»
In St. Vincent: Ebenso	75.—	»
Porto Praya: Eier, Brod, Früchte (5 Bunch Bananen: 15 Mk.)	60.—	»
In Ascension: 2 Hammel und 2 Schildkröten geschenkt und 2 Fass Mehl verschenkt nebst einigen Fl. Wein	0.—	»
In Pará: Proviant und Früchte	381.80	»
In Delgada: Ebenso	25.80	»
Summe für unterwegs gekauften Proviant: 702.60 Mk.		
Getränke. Bier 950 Fl. für 324.50 Mk., zurückgegeben 66 Mk.	258.50	»
Wein und Spirituosen 800 Fl. zu 1176 Mk., davon zurück für 360 Mk.	816.—	»
Selterserwasser 1200 Fl.	200.—	»
Summe der Getränke: 1274.50 Mk.		
Ausrüstung. Tischgeschirr 234.80 Mk., davon zurück 107.40 Mk.	127.40	»
Tischtücher und Servietten 145.40 Mk., zurück für 60 Mk.	94.45	»
Stewards- und Kochgeschirre	100.35	»
Leuchter, Kaffee- und Thee-Service	31.80	»
Gläser und Essbesteck	191.50	»
Summe für Ausrüstung: 545.45 Mk.		
Kisten, Transportkosten, Wäsche, Trinkgelder	323.—	»
Ganze Summe:	5987.10	Mk.
Im Durchschnitt à Person:	855.30	Mk.

d. Herstellung und Verwendung der Räume des Schiffs.

Die Arbeiten an dem Schiff mussten in 10 Tagen beschafft werden, das Schiff konnte nicht früher kommen, weil seine Frachtfahrt dies nicht erlaubte. Andererseits musste der Abfahrtstermin innegehalten werden. Es wird immer richtig sein, einen oder zwei Tage in Reserve zu haben.

Die Arbeiten, die an Bord fertig gestellt werden mussten, waren ziemlich erheblich, ich folgte dabei den Vorschlägen des Kapitäns, der in dem hinteren Zwischendeck des Schiffs ausreichende Wohnungen für uns schaffte.

Die bezügliche Einrichtung ist in dem Reisebericht näher angegeben, daher komme ich hier nicht darauf zurück. Ich gestehe, dass mir die Räume für eine so kurze Fahrt etwas mehr wie genügend zu sein schienen, aber es ist zu beachten, dass auf solcher Reise sehr viel guter Wille und sehr viel geistige Frische erhalten bleiben soll. Die Enge an Bord, die Hitze und mancherlei kleine vermeidliche oder unvermeidliche Unbequemlichkeiten kommen zur Wirkung, da macht sich ein separates Heim an Bord doch sehr wünschenswerth und lohnt die Kosten, wenn sonst der Raum, wie es in vorliegendem Fall eintrat, verfügbar ist. Es mussten in die eisernen Schiffswände Fenster eingeschnitten werden, es mussten Luken überbrückt, Oberlichter und ein Deckshaus eingerichtet und eine Reihe von Zimmern angelegt sowie gemalt werden. Dem Wunsch, das Ganze einigermassen gut aussehend zu machen, musste für Kapitän und Schiffsinhaber Rechnung getragen werden, das ist unvermeidlich. Man muss den Geruch und die Gefahren der frischen Farbe auf sich nehmen. Auch das ganze Schiff wurde weiss gestrichen, wie es für Reisen in heisse Gegenden üblich und auch richtig ist. Diese Einrichtung kostete etwa 5137 Mk.

Unumgänglich war ein Sonnensegel. Leider konnte es nicht überall angebracht werden, namentlich nicht über dem Arbeitsraum im Spaardeck, wo es oftmals recht fehlte, wir hatten es hauptsächlich über dem Hinterdeck und der Kommandobrücke. Die Kosten betrugen 1283 Mk., das Zeug war ein Baumwollenstoff; Leinen, das als ausdauernder gewöhnlich für solche Zwecke verwendet wird, ist erheblich theurer.

Der Hauptarbeitsraum befand sich im Spaardeck unter freiem Himmel. Tafel II A. In diesem tief und gegen den Wind geschützt gelegenen Raum wurden einestheils die Netze entleert, anderentheils die Fänge ausgesucht, konservirt und in die Gläser vertheilt. Zu diesem Zweck waren hier lange Tische angebracht (Tafel II, Fig. 2 C.) und ein Seil gezogen, an welchem die Gläser mit Fang sicher aufgehängt werden konnten und dabei, da sie in Folge der Schiffsbewegung immer in Schwingung erhalten wurden, noch relativ gute Lüftung bekamen, sodass die Organismen sich länger frisch erhielten, als es im geschlossenen Raum wohl der Fall gewesen wäre. Auf der grossen Luke hinter den Tischen war genügend Platz, um auch hier Schalen und sonstige Glassachen vorläufig unterzubringen. Auf der anderen Seite dieses Raumes und auf der grossen Luke war ausreichender Platz für das Trocknen der Netze und die Handhabung der Geräthe. Neben der Brücke war noch ein Sonnensegel gespannt, auch konnte hier die elektrische Bogenlampe angebracht werden.

Diese Einrichtung war namentlich auf die Tropen berechnet, bei Regen, den wir selten hatten, bot sie wenig Schutz, auch war im Norden häufig die Kälte etwas unangenehm. Die Mitglieder der Expedition haben mehrfach über diesen Platz zu klagen gehabt und sind der Ansicht, dass ein geschlossener Raum für die Arbeiten besser gewesen wäre. Wenn man ein genügend helles und geräumiges Deckhaus beschaffen kann, ist das auch gewiss für die feineren Arbeiten besser, während die Fänge mit viel Masse vom Grunde doch am besten in dem gewählten Raum zu behandeln gewesen wären, weil hier das überschiessende Wasser durch die Speigaten leicht abfliesst. Vortheilhaft wäre es gewesen, wenn die Brücke durch ein Dach von Zeug noch etwas nach der Backbordseite hin verbreitert worden wäre. Im Uebrigen bin

ich nicht in der Lage, zu sagen, wie man sich auf einem solchen Schiff besser hätte einrichten können, da doch einmal das kleine Deckhaus für bakteriologische Untersuchungen bestimmt war, für mehrere Personen nicht Platz genug hatte und nicht vergrössert werden konnte.

Die Apparate nebst einer Drehbank waren in dem Raum F. von 443 Kubikmeter Inhalt untergebracht, hier fand sich auch noch das Dunkelzimmer für den Photographen (Herr Prof. Fischer), das sich aber als zu heiss erwies. In dem, unter dem Raum F. liegenden Raum von 3037 Kubikmeter Inhalt befand sich noch ein Theil der Apparate, ferner der Proviant und die Kohlenvorräthe. Briquets lagen in dem hinteren Raum von 884 Kubikmeter. Dahinter lag vor dem Steuer der Raum für unsere Getränke, V., und davor der Behälter W. für Trinkwasser. Ein anderer Behälter für Wasser lag vorn bei dem Matrosenraum, es war einer der Räume für den Wasserballast und war mit besonderer Pumpe versehen worden. In der Mitte des Schiffs wohnten Kapitän, Steuerleute, die Maschinisten und der Koch. Ausserdem war dort die Pantry des Stewards. Ueber Deck stand die Küche und das Kartenzimmer, das unter Umständen, ebenso wie das Wohnzimmer des Kapitäns, als Esszimmer diente. Die Aborte liessen trotz mir gemachter Versprechungen zu wünschen übrig, man muss in diesem Punkt rechtzeitig das »Misstrauen selbst« sein.

e. Das elektrische Licht.

Da keine Einrichtung für elektrisches Licht an Bord war, musste diese beschafft werden. Mit grossem Entgegenkommen übernahm die Firma v. Bremen deren Herstellung gegen die Bedingung der Zurücknahme bei Rückkunft des Schiffs. Die gesammten Kosten dieser Sache haben 924 Mk. betragen.

Es waren zwei Differentiallampen zu 15 Ampère und 14 Glühlampen, ausserdem eine unterseeische Laterne mit 4 Glühlampen à 50 Normalkerzen und eine unterseeische Handlampe vorhanden. Die Dampfmaschine gab 5 Pferdekräfte her, die Dynamolichtmaschine hatte eine Leistung von 50 Ampères bei 65 Volt Spannung. Die Einrichtung hat nie versagt und bietet grosse Annehmlichkeit. Die Arbeitsplätze im Spaardeck hätten mit Glühlicht versehen sein, ausserdem hätte am Hinterdeck mehr Licht angebracht sein können. Es empfiehlt sich also bei späteren Fahrten die Beleuchtung ausgiebiger zu machen, wenigstens sind mehr Glühlampen anzubringen, die ja nicht alle gleichzeitig zu brennen brauchen. Eine Bogenlampe kann für die Netzfischerei gute Dienste leisten, immer blendet sie etwas, ein Paar starke, transportable Glühlampen leisten doch wohl dabei bessere Dienste.

Die unterseeischen Lampen sind mehrfach, sowohl auf freier See wie im Hafen verwendet worden. Ihr Erfolg entsprach nicht unseren Erwartungen. Sie durchleuchteten das Wasser, so weit das von Oben her beurtheilt werden konnte, nicht sehr weit, aber bei durchsichtigem Wasser müssen sie doch auf über hundert Meter vom Schiff aus gesehen werden können. Sie beleuchteten gleichzeitig den Schiffskörper stark, es ist möglich, dass deshalb grössere Thiere, also namentlich Fische, sich fern hielten. Mit Hilfe der Lampe fingen wir einige Scopeliden, die an Deck gebracht, bei Reizung eine Leuchtlinie von successive aufleuchtenden grünblauen Punkten entwickelten, die etwa der Seitenlinie entsprach, Krebse kamen nicht an das Licht heran und

obgleich später noch andere kleine Fischchen bei der Laterne gefangen wurden, und viele Körper im Wasser sich um die Laterne als glitzernde Punkte bewegten, war der Erfolg unserer Fischerei doch nicht befriedigend. Später fingen wir noch zwei Loligo von etwa Fusslänge, die, als die Deckslaterne brannte, an das Schiff herankamen und sich ruhig hinlegten, aber wir gaben weitere Experimente auf, weil es sich nicht lohnte, die Zeit daran zu wenden. Einige Thiere werden gewiss durch das Licht angelockt, aber so stark, wie wir erwarteten, wirkte das Licht bei unseren Versuchen nicht. Wir hatten es an der Seite des Schiffs und standen an Bord noch recht hoch über dem Wasser. Für neue Versuche, die gewiss angestellt werden sollten, würde ich rathen, das Licht über Wasser und zwar über der Schraube anzubringen und dabei eine Einrichtung zu treffen, dass man zwei Fuss über dem Wasser steht oder liegt und von da aus beobachtet und fischt. Wenn man dabei durch einen Kasten mit gläsernem Boden in das Wasser sieht, wird man die günstigste Beobachtungsweise gewinnen. Hier, wie überall, gilt es, dass man vor Beginn der Reise erst genügend die Sache ausprobiren muss, um »Glück zu haben«. Agassiz lobt die Erfahrungen, die er mit elektrischem Licht gemacht hat, es dürften sich die verschiedenen Thiere verschieden verhalten, auch kommt es wohl auf die Methode der Anbringung des Lichtes an, worüber Agassiz nichts angiebt (**11**).

f. Log, Chronometer, Kompass, Sextanten, Tauchapparat.

Als Log diente das gewöhnliche Massey'sche Patentlog des Schiffs, also Uhrwerk neben dem Propeller des Logs. Ich hatte ein Walker Patentlog mit, das das Uhrwerk an Bord des Schiffs hat, leider war es unter dem Gepäck verloren und wir kamen nicht dazu, es aufzusuchen und aufzustellen. Dies Log ging auf den Holsatia-Fahrten ganz genau so, wie das viel geprüfte gewöhnliche Patentlog des Schiffs. Voeringen (**10**, S. 46) hatte ein besonderes »waterlog« in Gebrauch, da ihm sein Patentlog beim Rückwärtsschlagen in die Schraube kam. Mir ist das auf der Holsatia auch einmal passirt; es spricht sehr für die Aufmerksamkeit des 1. Steuermanns, dass es auf dem National nicht vorkam. Das »water-log« besteht aus einem geschlossenen Rohr, das in der Mitte des Schiffs durch den Boden geführt wird, und das nach vorn zu ein kleines Loch hat. Bei ruhigem Schiff steht das Wasser im Rohr genau bis zur Wasserhöhe aussen, bei bewegtem Schiff steigt es innen höher, entsprechend dem Geschwindigkeitsdruck, resp. dem Toricelli'schen Theorem. Man kann also jeden Augenblick aus dem Wasserstand im Rohr die Geschwindigkeit des Schiffs entnehmen. In der Praxis ist die Sache nicht ganz einfach, auch hat man kein Maass mehr, wenn das Schiff rückwärts geht. Ich möchte vorschlagen, das Walker'sche Uhrwerk neben der Kommandobrücke Steuerbord anzubringen, dann kommt das Log nicht an die Schraube und geht beim Rückwärtsschlagen vorn hinaus. Ich habe das ausprobirt, aber es kommt etwas auf Höhe und Lage der Brücke an; nur wenn das Schiff plötzlich statt vorwärts, rückwärts schlagen müsste, wäre Gefahr für das Log vorhanden. Um auch die statische Ablesung zu haben, was erwünscht wäre, könnte man das Uhrwerk an einer Feder mit Schlitten befestigen und den Zug des Propellers aichen. Sollte das noch nicht ausgeführt sein, so wird es sich doch sicher einrichten lassen.

Die Seewarte hatte uns freundlichst drei Chronometer verschafft, von denen namentlich der eine, irre ich nicht von Böking in Hamburg, unter Trockenhaltung der Luft im Gehäuse durch Chlorcalcium, ganz vortrefflich gegangen ist.

Ein Liquid-Kompass war an Bord. Zwei Herren der Seewarte, Koldewey und Stechert, hatten die grosse Güte, noch am Morgen vor unserer Abfahrt die Deviation zu bestimmen; auf See wiederholte der Kapitän mehrfach diese Bestimmungen mit Hilfe der Sonne.

Die Werft hatte mir einen sehr genauen Sextanten geliehen. Meine Höhenbestimmungen blieben durchschnittlich um 1′ gegen die von Kapitän und Steuermann zurück. Als die Sonne vertikal stand, hatte ich die grösste Höhe am Stern des Schiffs, während die beiden sie ohne Zweifel richtiger vornheraus fanden. Da auch die Rechnungen genügend stimmten und der Kapitän mit seinen vielen Tausend früheren Rechnungen ganz anders in der bezüglichen Rechnung vorwärts zu kommen wusste, als ich, durfte ich überzeugt sein, dass wir mit seiner Navigirung ungleich sicherer die kleinen Inseln mitten im Ocean auffinden würden, als etwa mit der meinen; woran ich freilich auch niemals gezweifelt hatte.

Von der Marine waren uns alle für unsere Reise erwünschten Segelanweisungen geliehen worden, die Karten hatten wir selbst gekauft.

Die Firma von Bremen hatte uns mit einem vollständigen Tauchapparat ausgestattet. Behufs Untersuchung des Schiffs wurde mehrere Male getaucht, für zoologische Untersuchungen fand sich aus Mangel an Zeit keine Gelegenheit, es würde gewiss an den Inseln sehr viel damit gefangen werden können.

g. Die grosse Trommel für das Drahtseil.

Das Hauptstück meiner Einrichtung war eine grosse Trommel, deren Aufstellung man Tafel II, Fig. 2 bei D. sieht. Sie vermochte über 8000 m Drahtseil aufzunehmen und wurde mit Hilfe der vordersten Deckwinde E. getrieben. Für die genauere Beschreibung wird auf die Tafelerklärung Tafel III verwiesen, aber weil die ganze Einrichtung äusserst einfach ist, wird die jetzt zu gebende Besprechung wohl genügen. Die Trommel ruht auf einem hölzernen, durch einige Rundeisenstangen verstärkten, auf Deck angeschraubten und abgestützten Rahmen (gelb gehalten). Die Axe der Trommel trägt ausser dieser, F., noch eine Antriebsscheibe, T., zwei Stufenscheiben g und g′ und die Bremsenscheibe H. Der zweite Haupttheil besteht aus der Nebenaxe N., die das Kammrad K. und die Antriebsscheibe B. trägt. Ein dritter Theil besteht aus dem Führungsapparat für das Auflegen des Drahtseils, einer Schraube S., die eine hin und her laufende Gabel J. und die zwei Stufenscheiben G und G′ trägt.

Bei solcher Trommel darf man nicht etwa das Seil so aufwickeln, dass der aufzuziehende Gegenstand und das Seil daran hängen. Jede einzelne Windung umschnürt die Trommel mit voller Kraft; wenn viele tausend Windungen unter Spannung um die Trommel gelegt würden, so würde sie dadurch zerstört, denn für solchen Druck kann sie nicht stark genug gebaut werden. Daher muss man das Seil durch die Köpfe der Dampfwinde aufnehmen und von dort mit geringer Spannung auf die Trommel überführen. Es muss also verlangt werden, dass die Trommel unter schwachem Zug arbeitet und ferner, dass sie selbstthätig das Seil in geordneter Weise aufwickelt.

Die erstere Aufgabe ist insofern etwas Besonderes, als die Drehungsgeschwindigkeit der Trommel sich entsprechend der Zunahme ihrer Dicke durch die aufgenommenen Lagen des Seils stetig zu verringern hat. Die Köpfe der Dampfwinde müssen nämlich stets die gleiche Geschwindigkeit der Aufnahme des Netzes bewirken, müssen also, wenn das Schiff gar zu arg rollt, in kurzen Fristen in ihrer Geschwindigkeit stark variiren können, ohne dass die grosse Trommel davon belästigt wird. Die mechanische Leitung des Seils ist wünschenswerth, weil sie einen Mann erspart, der sonst das Seil leiten müsste und weil das Seil die Hände sehr gefährdet. Es entstehen immer einige vorspringende Drahtenden, die die Hände wie Nadeln zerreissen, daher muss für starken Schutz der Hände gesorgt werden und doch lassen sich Verletzungen bei Handführung des Seils, wie ich glaube, schwer vermeiden.

Die Aufwindung des Seils geht bei meiner Trommel in folgender Weise vor sich. Der Kopf der vorderen Schiffswinde E., Tafel II, ist mit einem Kammrad armirt. Von diesem geht eine Galle'sche Gelenkkette zu dem auf der Axe N., Tafel III, Fig. 1, aufgelegten Kammrad K. An der Axe N. sitzt die Scheibe B., die durch den Hebel C., an den ein Gewicht angehängt wird, mit mehr oder weniger starkem Druck gegen die Scheibe T., die auf der Axe der Trommel festsitzt, angedrängt wird. Beide Scheiben sind glatt, haben aber, wie die Figur zeigt, konische Rillen, mit denen sie ineinander greifen. Man belastet den Hebel so, dass die Trommel zwar mit gedreht wird, aber Gleitung zwischen den beiden Scheiben eintritt, sobald das Seil, das aufgewunden wird, sich straff spannt. Man konnte den Apparat ruhig sich selbst überlassen und brauchte nur von Zeit zu Zeit den Gang der vorderen Dampfwinde etwas zu verlangsamen oder den Druck am Hebel zu schwächen. Auf dem ALBATROSS war eine Selbstregulirung des Dampfzuflusses angebracht, deren Wirkung gelobt wird. Solche Selbstregulirungen haben die Eigenschaft, jede Gelegenheit zu benutzen, um zu versagen; diese Gelegenheiten finden sich selbst am besten Apparat ein. Auf Handelsschiffen ist ununterbrochene Ueberwachung eines meistens ungestört laufenden Apparates nicht zu erzwingen, die Leute laufen fort, wenn sie nichts zu thun haben und plötzlich ist das Unglück da; in der Marine liegt es damit schon günstiger. Ich glaube daher, dass es nicht sehr zu beklagen ist, wenn die Apparate so einfach gebaut sein müssen, dass eine stetige und intelligente Ueberwachung und ein häufigeres Eingreifen erforderlich ist.

Auf der Trommelaxe sitzen zwei Stufenscheiben g und g′, diese laufen frei und werden an der Axe mit Hilfe des Hebels g″ festgesetzt, sodass sie bei entsprechender Stellung desselben mit der Axe umzulaufen gezwungen sind. Die Scheiben dienen dazu, die regelmässige Auflagerung des Seils zu bewirken. Das Seil geht durch die Gabel, Tafel III J. Diese Gabel steht zwischen zwei festen Schienen und ruht mit Hilfe einer Mutter auf der Schraube S., sodass sie, je nach der Richtung, in der diese Schraube gedreht wurde, nach rechts oder nach links wandern musste. Die Drehung der Schraube geschah mit Hilfe der Stufenscheiben G und G′, die durch Treibriemen mit g und g′ verbunden waren. Bei einer Drehung der Trommel ging die Gabel um die Dicke des Seils vorwärts, die Stufen auf den Scheiben waren nur deshalb erforderlich, weil Drahtseile verschiedener Dicke auf der Trommel lagen. Die Gabel konnte mittelst des Hebels L. niedergelegt und durch einen Schraubenkopf M. an beliebige Stelle geführt werden. Wenn das Seil bis an die Wange der Trommel geführt worden war,

musste der Hebel g″ umgelegt werden. Die Bremse bei H. hemmte die Trommel beim Ausgeben des Seils durch den Hebel H′.

Wenn dickere Theile, Wirbel, Kauschen oder Schäkel, mit auf die Trommel gingen, wurde die Gabel mit Hilfe des Hebels L so lange niedergelegt, bis diese Theile passirt waren.

Dieser einfache Apparat, der von den Gebrüdern Leon hier für 800 Mk entworfen und hergestellt war, bewährte sich sehr gut. Wenn die Riemen zwischen den Stufenscheiben nass wurden, zogen sie nicht mehr gut, hier ist durch Anbringung von Spann-Gewichten zu helfen. Wegen des sehr starken Schlingerns im Norden glitt die Trommel auf der Axe nach der einen Seite, die Keile zur Befestigung der Trommel wurden stärker eingetrieben und damit war Alles wieder in Ordnung. Das Gestell kann bedeutend niedriger genommen werden, das ist bequemer und zugleich sicherer. Die Bremse wirkt unnöthig mächtig, denn es soll auf die Trommel kein starker Zug ausgeübt werden, eine Bremse an der Trommelwange wird genügen. Dann wird Platz zu einer zweiten schmalen Trommel für ein leichtes Drahtseil gewonnen. Ich würde solche Einrichtung der sonst eintretenden Nothwendigkeit, eine zweite Trommel aufzustellen, vorziehen. Das einzige Bedenken dagegen ist das, dass dann immer die Last des schweren Seils mit gedreht werden muss. Dieser Nachtheil kommt nicht in Betracht gegenüber der Einheitlichkeit des Apparats, denn die Trommel geht so leicht, dass ein Mann sie gut drehen kann. Die Hebel müssten von der Seite aus, wo die Gabel J. läuft, gehandhabt werden können, dann würde bei meiner Einrichtung ein Mann die ganze Fischerei betreiben können, nur müsste auf Ruf ihm jederzeit eine Hilfe bereit stehen. Jetzt stand ein Mann an der Dampfwinde, ein zweiter, meistens ich selbst, überwachte den Tourenzähler und den anderen Apparat. Ich hatte zuerst auf die Nothwendigkeit, dass drei Personen beim Fischen thätig wären, gerechnet.

Die Trommeln, die von anderen Expeditionen gebraucht wurden, sind furchtbar schwer und hoch, mit Zahnrädern versehen, die, wie sich auf der Expedition des TALISMAN ergab, zuweilen ausbrechen. Ich hatte eine solche Trommel nach Sigsbee an Bord, geliehen von der Marine, war aber herzlich froh, diese nicht in Gebrauch nehmen zu müssen. Mein Holzgestell ist, namentlich wenn man es so niedrig macht, wie es sein kann, den grössten Schwingungen, die das Schiff machen kann ohne zu verunglücken, gewachsen; namentlich, wenn man noch vier Rundeisenstangen kreuzförmig zur Verstärkung hinzufügt. Die grosse Trommel von Sigsbee kostet allerdings nur 945 Mk., aber der Kopf zum Aufwinden des Seils und die dazu gehörigen Dampfmaschinen bringen den Preis auf 7800 Mk. für den ganzen Apparat, den ich mit 800 Mk. beschafft habe und zwar bei guter Bequemlichkeit in der Handhabung. ALBATROSS und POLA haben auch eine Einrichtung zur mechanischen Leitung des Seils an ihren Maschinen. Die Einrichtung der POLA ist mir aus der Darstellung nicht genügend verständlich geworden, sie scheint nicht stets ganz gut funktionirt zu haben, aber das tritt immer einmal ein, bis die Dinge praktisch durchprobirt sind.

g. Die Seilleitung.

Wie Tafel II zu sehen ist, ging das Seil von der grossen Trommel zunächst an die Zählrolle G. Der Apparat bestand aus einem Gestell, in dem ein aus hartem Holz gedrehter

Cylinder um eine vertikale Axe lief. Die Peripherie des Cylinders betrug genau einen Meter. Das Seil umfasste etwa 90° des Cylinders und jeder Meter Seil drehte den Cylinder einmal herum. Die Anzahl der Drehungen, also die Länge des ablaufenden oder aufkommenden Seils wurde durch ein Zählerwerk bestimmt, das sich bequem auf 0 einstellen liess und in jeder Richtung der Drehung positiv zählte. Das Zählerwerk war ein Hub- und Rotationszähler mit Ankerbewegung bis 10000, von Jul. Blancke in Merseburg geliefert und kostete 64 Mk. An diesem Zähl-Cylinder, der einer besonderen Abbildung nicht bedarf, sind über 100 Kilometer Seil gelaufen, er bekam schliesslich ein Paar seichte Rinnen, aber dann wurde das Seil tiefer oder höher vorbei geführt, sodass der Cylinder noch für weit grössere Längen dienen konnte. An dem Zählerwerk standen entweder Hr. Krümmel oder ich, um nicht nur die Tiefe, sondern auch die Schnelligkeit des Laufs zu kontrolliren, auch wurde von hier aus das Signal gegeben, wenn das Netz noch 50 m von der Oberfläche entfernt war, damit alles für den Empfang vorbereitet werden konnte. Die ganze Einrichtung war bequem und zweckmässig, nur sollten zwei Führungswalzen angebracht werden, um leicht eine neue Stelle des Cylinders in Gebrauch nehmen zu können, wenn die alte anfängt angegriffen auszusehen; auch wird man für grosse Expeditionen einen Cylinder in Reserve halten können. Man könnte auch daran denken, den Cylinder mit einem Mantel von Rothguss zu versehen, er würde dadurch dauerhafter und das Seil würde wohl auch nicht gleiten, aber endlich würde auch dieser Cylinder ausgeleiert werden. Gewöhnlich wird das Zählwerk an dem sattelförmig ausgehöhlten Kopf der Winde angebracht, das Seil läuft hier aber bergan und springt dann in die tiefste Stelle des Sattels zurück, was eine genaue Messung der Länge erschwert. Bei Einnahme erhielt ich 1—2 m mehr Länge, als bei der Ausgabe bei 400 m Tiefe, dies kam daher, weil das Seil Neigung hat, sich zu winden und bei Einnahme etwas mehr gereckt wird, als bei Ausgabe; daher ist die Tiefe durch die kleinere Zahl bestimmt worden. Die Differenz wuchs nicht proportional der Tiefe, weil bei grösserer Tiefe das Seil straffer gehalten wurde, daher habe ich sie vernachlässigt.

Von dem Zählcylinder ging das Seil zum Leitcylinder Tafel II. H. der nur dazu diente, es einerseits zu ersterem, anderseits grade auf den Kopf der Dampfwinde hin zu leiten. Dieser Cylinder, der sattelförmig und von Holz war, hat recht gelitten; ich verstehe nicht ganz aus welchem Grunde, er ist recht solide zu befestigen und aus Eisen mit 0,2 m Radius zu fertigen.

Von hier ging das Seil auf den Backbordkopf der zweiten Schiffswinde, dann an die Rolle (Patentblock) J., zurück auf den gleichnamigen Steuerbordkopf der zweiten Winde, weiter auf die Rolle K., dann an den Baum durch die »Accumulatorrolle« M. ins Wasser.

Bei allen Expeditionen hat man eine sehr lange Seilleitung an Bord gehabt, ich habe eine Motivirung dafür nicht gefunden, habe daher die Leitung so kurz gemacht, wie die Umstände es erlaubten. Ich hatte aber den Rath gelesen, das Seil über beide Köpfe der Winde gehen zu lassen, das schien mir für die gleichmässige Arbeit zweckmässig und daher spannte ich das Seil über das Spaardeck.

Bezüglich der Anbringung der Winde musste ich mich möglichst an die vorhandenen Einrichtungen des Schiffs anlehnen. Es war weder die Zeit dazu da, um eine besondere Dampfwinde anfertigen zu lassen, noch konnten die recht erheblichen Kosten für eine

solche erübrigt werden, auch war die Anschaffung für eine so kurze Fahrt nicht zu rechtfertigen. Wir haben für solche eigens für den Zweck berechnete Maschinen mehrere Muster, an deren Güte ich nicht zweifle, u. a. findet sich darüber eine ausführliche Beschreibung in Sigsbee (**14**), ferner, technisch genau, vom ALBATROSS (**15**), ebenso, aber mir nicht durchsichtig genug, in der Beschreibung von dem Kapitän der POLA (**16**). Es empfiehlt sich in allen Fällen, wo schon Dampfwinden an Bord sind, diese auszunutzen. Gewisse Mängel, die ihnen noch anhaften, lassen sich beseitigen.

Die Dampfwinden haben einen raschen und einen langsam und mit viel Lärm gehenden Kopf. Der rasche Kopf gab bei langsamstem Gang über 0,7 m aus, ging daher zu rasch, sodass ich ihn wenig brauchen konnte. Den Kopf wollte ich nicht kleiner nehmen, um den Draht nicht zu eng zu winden. Ich zweifle nicht, dass sich die Uebertragung an solcher Winde so verlangsamen lässt, dass man den rasch laufenden Kopf benutzen kann, sobald nur kleinere Lasten zu heben sind, das spart Dampf und ist überhaupt vortheilhaft. An diesen Winden sind Bremsen angebracht, die beim Ausgeben des Seils benutzt werden. Sie sind nicht in allen Fällen genügend mächtig, dann muss etwas Gegendampf gegeben werden, vielleicht lassen sie sich auch verstärken. Das Seil muss um den ersten Kopf vom Wasser aus zweimal, um den zweiten nur einmal umgelegt werden, sobald es sich um grössere Lasten handelt, sonst genügt ein Kopf. Bei einem Zug des Trawls aus grosser Tiefe hatte ich zwei Windungen um jeden Kopf gelegt und führte dadurch eine grosse Gefahr herbei. Das Seil zwischen den beiden Köpfen spannte sich nämlich der Art, dass die Rolle J. losriss und herabfiel. Wäre sie nicht gerissen, so hätte das Seil im Spaardeck reissen und die allerschwersten, wenn nicht tödtlichen Verletzungen hervorbringen können, falls nicht doch die Gleitung des Seils die ausreichende Nachgiebigkeit gesichert hätte. Der Kapitän konnte den Fehler nicht auffinden, aber nach einiger Ueberlegung erkannte ich, dass durch die eben genannte Einrichtung die Gefahr sicher vermieden wurde. Der erste Kopf windet nämlich mit zwei Windungen nothwendig rascher als der zweite Kopf mit einer Windung, weil 1. das Seil an den ersten Kopf auf einem Kreis von etwas grösserem Durchmesser läuft und 2. die Gleitung auf dem Kopf mit zwei Windungen kleiner ist, als auf dem Kopf mit einer Windung. Nachdem ich diese Einrichtung getroffen hatte, war die Spannung vorbei. Wie ich nachträglich höre, hat dennoch der Steuermann bei tieferem Fischen die Arbeiter aus dem Spaardeck heraufgerufen, weil er nicht einsah, dass die Gefahr übermässiger Spannung jetzt ausgeschlossen war. Es ist nicht ganz leicht sich zu konstruiren, wie die Gefahr eintreten konnte, desto wichtiger ist es, die Erfahrung gemacht zu haben.

Eine Winde hat Kraft genug, das Drahtseil zu zerreissen, ich brauchte also nicht die zweite Winde zu Hilfe zu nehmen; immerhin muss man sich darauf einrichten, dass solche Winde einmal versagt, sodass man die zweite oder dritte Winde zur Hilfe herbeiziehen muss.

Die Rollen (Patentblöcke) pflegt man von grossem Durchmesser, etwa 1 m zu nehmen, ich hatte solche von der Marine entnommen. Ich sehe den Nutzen der grossen Durchmesser nicht ein, wahrscheinlich hat sich das von der früheren Art der Tiefseelothungen übertragen, wo die Rollen möglichst leicht und rasch laufen mussten; es ist aber möglich, dass Rollen von

kleinerem Durchmesser bei sehr hartem Druck nicht mehr laufen, dafür kann ich nicht einstehen, da ich bezügliche Versuche nicht gemacht habe. Die üblichen Rollen haben den Fehler, dass Oesen und Verbindungsstücke, (Kauschen, Tafel III, Fig. 5 a. und Schäckel, Fig. 5 b., wie der Kunstausdruck lautet) nicht gut darüber hingingen, was mich hinderte, mit mehreren Schliessnetzen übereinander zu fischen, wie es meine Absicht war.

Sigsbee und Tanner haben techniche Zeichnungen der Accumulator-Rolle gegeben. Ich glaube, dass es gut sein wird, darüber mit einem Ingenieur noch einmal zu verhandeln. An einer kleineren Rolle habe ich mir die Einrichtung machen lassen, die Tafel III, Fig. 4 bei E. angedeutet ist, nämlich einen Ring, der an der Rollenwange angebracht ist und ein wenig über die Kante der Rolle selbst vorspringt. Dadurch wird verhindert, dass ein dünneres Seil zwischen Wange und Rolle sich festklemmt. Die Rolle läuft zwischen den Wangen nicht so völlig genau, dass dieser Unfall, ohne eine solche Hilfseinrichtung, ganz ausgeschlossen werden könnte.

Ich zeichne die Rolle breiter und den Raum über derselben höher als Tanner, um Schäckel und Kauschen der vorgelegten dünneren Seile bequem über die Rolle führen zu können. Tafel IV, Fig. 1 k ist eine sog. Kausche zu sehen, d. h. ein verzinktes, halb hohl gebogenes und dann zu einem eiförmigen Ring zusammen gebogenes Blechstück, das vom Seil umfasst wird. Durch die Bucht wird vielleicht das Seil ein wenig geschwächt, aber es kann hier leicht durch ein Paar weitere um die Kausche geführte Drähte wieder verstärkt werden. Das ist nur nöthig, wenn die Kausche oberes Ende des dünneren Seils ist. Die gezeichnete Form der Schäckel Fig. 6 u. 7 besteht aus zwei Ringen, die aufeinander gelegt werden. Sie haben die volle Haltkraft eines Kettengliedes und tragen bei e gewöhnlich einen Stift, der umgenietet wird, wenn durch ihre Hilfe eine Kette verlängert werden soll. Besser ist es, wenn man eine Leiste, Fig. 6, 7 e, und dazu gehörigen Schlitz, ausfeilen lässt, denn ein Vernieten ist für unsere Zwecke nicht brauchbar. Wird der Ring über einen der Schenkel des Schäckels gestreift, so ist eine Lösung der beiden aufeinander liegenden Schäckeltheile ganz ausgeschlossen und doch ist mit Hilfe der Löcher, Fig. 7 q, die Lösung und Herausnahme der Kauschen leicht zu bewerkstelligen.

Es ist ferner nothwendig eine Einrichtung zu haben, um die Rolle vom Deck aus richtig stellen zu können; ein Seil ist dafür nicht immer ausreichend, da die Rolle sich zuweilen ganz umdreht. Ich schlage vor zwei Ringe, Fig. 5, anzubringen, von denen aus zwei Leinen auf Deck herunter gehen; dann kann man die Rolle sicher stellen, wie sie stehen soll. Wozu die Wangen ganz bis unten hinab die Rolle decken sollen, sehe ich nicht ein, sie sollten nicht grösser genommen werden, als erforderlich ist. weil der ganze Block schon ohnehin schwer genug wird.

f. Die Accumulatoren.

Meine Accumulatoren, federnde Apparate die die Zerrungen durch die Schwankungen des Schiffs mindern sollten, sind eigene Erfindung. Ich habe sie, abweichend von dem Gebräuchlichen auf den Baum gelegt, Tafel II N. und O. Der CHALLENGER hatte sie von der Raae herabhängend (**6**, Bd. I), Sigsbee hat sie am Mast angebracht, dadurch würde aber die Beweg-

lichkeit meines Baumes behindert worden sein, sodass ich den gewählten Platz für den zweckmässigsten halte. Die POLA scheint keine Accumulatoren gehabt zu haben.

Mein kleiner Accumulator war für das Fischen mit den frei gezogenen Netzen bestimmt und sollte die grösste Beweglichkeit haben. Tafel IV, Fig. 1 giebt sein etwa fünffach verkleinertes Bild. An zwei eisernen Stangen a., die mit Ueberfällen a.' versehen sind, finden sich drei Paar Kautschukriemen b., b.', b.'' angehängt, deren innerstes Paar 1,5, das folgende, b.', 1 und das dritte, b.'', 0,75 m halbe Peripherie hat. Diese Riemen sollten auf die 3fache Länge dehnbar sein, was eine gute Fabrik leicht herstellig machen kann, was aber meine Ringe diesmal nicht sicher leisteten. An dem einen Ende hängt die Accumulatorenrolle. Die Ringe b' und b'' sind an Seilen befestigt, die so lang sind, dass diese Ringe sich erst spannen, wenn der längste Ring sich bereits etwas gedehnt hat, sodass sie alle bei der höchsten Dehnung des ersten Ringes auch ihre höchste Dehnung erreichen müssen. Der längste Ring konnte sich bis zur Länge von 4,5 m dehnen, der nächst längste hatte die Maximaldehnung 3 m, erhielt deshalb noch das Verlängerungstau von in Summa 1,5 m, der dritte Ring konnte sich 2,25 m dehnen, erhielt also das Verlängerungsseil von in Summa 2,25 m. Er dehnte sich also erst, wenn der innerste Ring die Länge 3 m erreicht hatte, der mittlere Ring begann seine Dehnung, wenn der innere Ring die Länge 2,5 m erlangt hatte. Daher federte bei schwächstem Zug nur der innerste Ring, bei stärkerem Zug wuchs der Widerstand des Accumulators durch Hinzutritt des zweiten Rings, bei noch stärkerem half dann noch der dritte Ring mit. Wurde der Zug zu stark, so traten die Haltetaue d. ein und verhinderten weitere Dehnung. Wie ich glaube, ist theoretisch gegen diese Konstruktion nichts einzuwenden, sie bewirkt eine grosse Nachgiebigkeit des Accumulators innerhalb weiter Belastungsgrenzen, denn je geringer die Spannung ist, desto ausgiebiger federt der Kautschuk. Der VOERINGEN hatte viel bessere und dehnbarere Stränge von der Fabrik Makintosh in London.

Kapitän Wille vom VOERINGEN giebt für die Dehnbarkeit eines Ringes, dessen halbe Peripherie 3 Fuss war, folgende Erfahrung.

Länge in Fuss	Belastung in Pfund	Δ	Länge in Fuss	Belastung in Pfund	Δ	Länge in Fuss	Belastung in Pfund	Δ	Länge in Fuss	Belastung in Pfund	Δ
4	40	21	8	101	10	12	143	10	16	185	13
5	61	15	9	111	11	13	153	9	17	198	15
6	76	14	10	122	10	14	162	11	18	213	17
7	90	11	11	132		15	173	12	19	230	

Der Ring riss bei $20^1/_2$ Fuss Dehnung.

Ich hatte solchen Apparat früher auf der HOLSATIA angewendet mit im Ganzen gutem Erfolg und richtiger Dehnung, diesmal hielten die Ringe die ganze Dehnung nicht aus und hin und wieder zerrissen einige, sodass ich die Haltetaue bis zu genannter Länge kürzen, die Ringe erneuern und zuletzt auch flicken musste. Ich hatte unzweifelhaft ungenügende Waare erhalten, zu deren Erneuerung mir bei der überaus kurzen Vorbereitungszeit, vgl. S. 35, keine Zeit blieb. Ich kam nicht in die Lage, direkt mit der Fabrik zu verhandeln, sonst wäre

wohl eine bessere Waare geliefert worden. Im Ganzen hätte ich ein lebhafteres Spiel des Accumulators gewünscht, die einzelnen Schwankungen waren selten stärker als ein bis zwei Fuss, ich kann aber keine praktisch verwendbare Einrichtung finden, um ein grösseres Spiel an Deck zu erzielen. Immerhin werden stossweise Bewegungen abgeblendet und ausserdem dient die Bewegung des Accumulators dem Mann an der Dampfwinde dazu, um den Gang bei der Aufnahme des Netzes zu moderiren. Der Apparat trug 1000 kg.

Auf dem Baum lag bei O, Tafel II, der Federaccumulator, bestehend aus einem eisernen, gehörig befestigsten Gestell, in dem 5 durch Scheiben von einander getrennte Springfedern lagen. Durch die Federn ging eine eiserne Stange, die den Kautschukaccumulator trug und die bei entsprechendem Zug die Federn zusammenpresste, also aus dem Gestell hervortrat und dem Zug der Rolle M. nachgab. Die Federn sollten einen Zug von 4000 kg. tragen können und dabei um einen Meter nachgeben. Der Apparat spielte bei schwachem Zug natürlich sehr unbedeutend, bei starkem Zug trat eine erhebliche Bewegung ein, auch litt er nicht, als einmal das Drahtseil zerriss, er schwächte gleichfalls die Stossbewegung ab. Die Kosten der Federn betrugen 400 Mk. Ich glaube, diese Einrichtung für künftige Fälle empfehlen zu dürfen.

Der Baum war einfach der zum Grosssegel des Vordermasts gehörige Baum, in den eine Rolle eingefügt war. Sein Gebrauch hat die Unbequemlichkeit, dass er bei Sturm an seinen Ruheplatz in die Längsaxe des Schiffs gebracht werden muss, dann also nicht zu gebrauchen ist. Blake und Talisman haben diesen Baum nach vorn genommen, doch spricht sich schon, wenn ich nicht irre, Sigsbee für die Art des Fischens in der Mitte des Schiffs, wie ich es eingerichtet hatte, aus. Die Pola hat einen eigenen Krahn aufgestellt, was Vortheile und Nachtheile haben wird, erstere dürften überwiegen, aber die Herstellung bringt natürlich Mehrkosten.

Sigsbee empfiehlt als grossen Accumulator einen durch Kissen von Kautschuk gebildeten Apparat (**14**, S. 99), in dem also, anstatt der stählernen Springfedern, die ich hatte, dicke Kautschuk-Platten, deren chemische Zusammensetzung er angiebt, angebracht sind. Die Kosten seines Apparats betragen 546 Mk.; ohne Zweifel wird er gut und praktisch sein. Die Pola hatte lediglich einen hydraulischen Dynamometer, der eine Eintheilung bis 12 Tonnen hatte und eine Ablesung von 50 kg. gestattete (**16**, S. 4), Federdynamometer hatten sich an Bord nicht bewährt. Für grössere Expeditionen ist ein Dynamometer unentbehrlich, aber der Apparat ist, wenn ich nicht irre, sehr theuer, und giebt nicht viel Spiel.

i. Das Drahtseil und dessen Anwendung.

Al. Agassiz hat zuerst (**14**, S. 12) die Verwendung des Drahtseils empfohlen, jetzt wird Niemand ohne ein solches Tiefseefischereien ausführen wollen. Ich habe für mein Seil etwas andere Principien als die bisher gebräuchlichen in Anwendung gebracht und habe das zu motiviren.

Das verzinkte Stahlseil war von der Bremer Tauwerkfabrik Grohn-Vegesack bei Bremen bezogen und in den angegebenen Längen aus einem Stück angefertigt.

Auf der Trommel lagen:

Umfang		Länge in Metern	Gewicht kg.		1000 m wiegen im Wasser kg.	Tragkraft kg.	Oberfläche qm.	Preis pro kg.
Zoll engl.	Millimeter		in Luft	in Wasser				
$^3/_4$	19	2000	354	270	135	2200	38,1	1.50 Mk.
$^7/_8$	22	3300	825	725	220	3000	72,9	1.40 »
1	25,4	1200	372	311	259	3900	30,5	1.32 »
ausserdem $^3/_4$	19	1200	207	162		2200	23	1.50 »
	Summe:	7700	1758	1468			164,5	(2487)

Ausserdem hatte ich noch 2000 m Lothleine von 450 kg. Tragkraft, ferner eine Reserve von 6000 m $1^1/_4$ zölliges Seil an Bord, das aber nicht zur Verwendung kam. Wenn man in Schiffsangelegenheiten von Zollen spricht, sind in Deutschland — natürlich — immer englische Zoll gemeint. Die Abnahme des Gewichts im Wasser habe ich (nach **14**, S. 155) 1,14 zu 1 genommen, nach dem specifischen Gewicht würde die Abnahme noch 2 % höher sein.

Es ergiebt sich Folgendes. Wenn ein Seil von 6500 m Länge in das Wasser gelassen ist, hängen an Bord je nach seiner Dicke sehr verschiedene Gewichte an ihm.

Das Seil der Pola hatte 10 mm Durchmesser, was etwa dem Umfang von $1^1/_4$ Zoll englisch entspricht. Es wog 34,4 kg. pro 100 m und hatte eine nominelle Tragkraft von 4500 kg. Im Wasser dürfte es 30 kg. gewogen haben, Reibungsfläche berechnet sich zu 204 qm gegen 142 qm meines Seils.

6500	m	Pola-Seil	wogen	im Wasser	1950	kg.,	überschiessende	Tragkraft	am	oberen Ende	2650	kg.
»	»	1 Zoll-Seil	»	»	» 1685	»	»	»	»	»	» 2215	»
»	»	$^7/_8$ » »	»	»	» 1428	»	»	»	»	»	» 1572	»
»	»	$^3/_4$ » »	»	»	» 877,5	»	»	»	»	»	» 1322,5	»
»	»	Seil n. ob. Tab. »	»	»	» 1306	»	»	»	»	»	» 2594	»
2000	»	$^3/_4$ Zoll-Seil	»	»	» 270	»	»	»	»	»	» 1930	»
»	»	» » » u. 3300 $^7/_8$ Z.-S.	zus.		995	»	»	»	»	»	» 2005	»

Meiner Ansicht nach wird noch eine ausgiebige Fischerei in oceanischen Tiefen betrieben werden müssen, wenn wir über die Bewohner des Grundes im freien Ocean Klarheit gewinnen wollen. Die meisten Fischereien haben sich an die tiefen Abfälle der Küste gehalten. Soweit ich habe ermitteln können, förderten die Züge in grossen Tiefen des stillen Oceans Lebendes nicht zu Tage. Jedenfalls sind solche Züge in gewisser Weise nur Probezüge gewesen; ein Bild davon, was und wie viel unabhängig von den Küsten am Grunde der freien See lebt, kann man sich, glaube ich, noch nicht machen. Für häufig anzustellende Züge auf oceanischen Tiefen würde ich, vorbehaltlich der Prüfung durch sachverständige Ingenieure, folgende Zusammensetzung des Seils empfehlen.

Netzentleerung bei 1600 kg.

	Umfang Zoll	Länge in Metern	Gewicht im Wasser kg.	Reibungsfläche qm.	Ueberschiessende Haltkraft kg.
	?	100	am Boden schleppend		1700
	$^3/_4$	2600	351	49,4	1849
	$^7/_8$	2950	649	64,9	2000
	1	2895	750	73,5	2150
Summe:		8545	1750	187,8	
Das Seil der Pola würde ergeben:	$1\,^1/_4$	8545	2563	268,3	1937

Bei so grossen Längen bietet die von uns gewählte Zusammenfügung des Seils den Vortheil einer bedeutenden Verminderung des Gewichts (circa 800 kg.), Verminderung der Reibungsfläche (circa 80 qm), grösserer Haltkraft an Bord (213 kg.).

Bei dem Drahtseil kommen mancherlei Fragen in Betracht. Bei meiner Anordnung scheint es sicher vermieden, dass das Seil an Bord reisst, unglücklichsten Falls (also, wenn das Netz sich nicht umkehren will), muss es 100 m vor dem Netz reissen, sodass vom Seil nichts verloren geht. Es sind schon häufiger die Fälle vorgekommen, dass das Seil an Deck riss, aber wir haben meines Wissens keinen Bericht darüber erhalten, wahrscheinlich deshalb nicht, weil beim Schleppen anderer Schiffe das Drahtseil nicht selten reisst, jeder Seemann also darüber schon Erfahrungen gemacht hat. Das Reissen des Drahtseils ist äusserst gefährlich; wird ein Mensch dabei getroffen, so ist er gewöhnlich verloren. Man setzt daher zuweilen beim Fischen auf Grund das Seil (am besten mit einer Kloppe) ausser Bord fest, dann kann das Reissen nicht viel schaden, aber man kann dann auch das Fischen nicht überwachen. Ich habe eine Erfahrung über das Reissen an Deck. Das Trawlnetz kam in gut 400 m fest und konnte durch Manöveriren nicht losgemacht werden, da wir dazu rückwärts gehen mussten. Sigsbee räth in solchem Fall das Hochkommen des Netzes, das sich, wie wir später sehen werden, umkehren soll, zu forciren. Da ich persönlich die Befestigung des Netzes überwacht hatte, war ich sicher, dass es sich umkehren und rückwärts heraufkommen musste. Es geschah das aber nicht; das Netz und Seil muss in ganz unglücklicher Weise zwischen Lavablöcken festgekommen sein, es riss dagegen das Seil an Deck und zwar genau wo es reissen musste, am ersten Kopf der Dampfwinde; denn ich hatte in den ersten 400 m natürlich gleich dickes Seil. Beim Reissen schlug es einen dicken Metallbolzen an Deck ab, zum Beweis seiner gewaltigen Kraft. Wäre das Seil am Schiff befestigt gewesen, so hätte ich nicht sehen können, ob und wann das Netz losriss, daher unterblieb diese Befestigung. Beim Reissen stand ein Mann hinter dem Mast an der Winde. Richtiger ist es, das Seil an Aussenbord zu befestigen und das Schiff daran arbeiten zu lassen, bis das Netz loskommt oder das Seil reisst (Tanner). Bei dem Fischen in grossen Tiefen kommt in Betracht, dass es keine Kleinigkeit ist, wenn ein Seil von 1700 oder gar 2500 kg. über Bord hängt, daran vielleicht noch das Gewicht von 1000 kg. des Netzes, obgleich, solange letzteres unter Wasser ist, dies Gewicht kaum erreicht werden wird. Hierzu tritt noch die beträchtliche Reibung des Seils,

theils auf dem Grund, theils im Wasser. Wir sehen, dass die Reibungsfläche meines Seils gegen das Seil der anderen Schiffe nennenswerth herabgesetzt ist.

Wie ich glaube, ist es vorzuziehen, das Seil beim Fischen nur durch die Bremse zu halten; wenn das Netz zu schwer wird oder festkommt, kann man sofort mehr Seil auslaufen lassen und gewinnt Zeit, die nöthigen Massregeln zu ergreifen. Es könnte scheinen, als wenn beim Fischen auf flachem Wasser das Seil zu schwach wäre, aber ich sehe nicht ein, weshalb man das Netz so voll nehmen soll. Für zoologische Zwecke ist ein Fang von 1000 kg. im Wasser schon übermässig gross für einmal, man wird also das Netz aufnehmen, wenn es zu schwer wird; nimmt es Steine mit, so wird man erst recht es aufnehmen müssen. Uebrigens kann man die 2600 m leichteren Seils an- und ausschäckeln, wenn man an der Küste fischen soll.

Die Köpfe der Dampfwinde hatten nur 0,3 m kleinsten Durchmesser, während z. B. der Kopf der Winde des ALBATROSS 584 mm Durchmesser hatte. Dennoch rostete das Seil bei mir nicht, d. h., die Verzinkung bekam keine Risse. Auf der POLA wurde das Seil stets geölt, die Amerikaner finden dies nicht nöthig und da es sich auch an meinem, allerdings dünneren Seil nicht erforderlich erwies, so kann man das Oelen wohl unterlassen bis zu dem Zeitpunkt, wo das Seil für längere Zeit ruhen soll. Das Seil verlor bei uns sehr bedeutend an Biegsamkeit, ob dies Verhalten auch bei grösserem Windenkopf eintritt, habe ich nicht ermitteln können.

Die POLA führte neben dem schweren, bereits besprochenen Drahtseil, noch ein leichtes von 4,5 mm Durchmesser, also 14 mm Umfang. Beide Seile waren von der Compagnie anonyme des forges de Chatillon et Commentry bezogen. Das leichte Seil wog in 1000 m Länge 79 kg., also im Wasser etwa 69,3 kg., Tragfähigkeit war 900 bis 1000 kg. Es ist äusserst zweckmässig, ein solches Seil mitzuführen. Ich möchte glauben, dass es genügen wird, eine Länge von 3000 m des leichten Seils auf die Winde zu legen, dann hat man an Bord noch gegen 600 kg. Kraft überschüssig, was bei vorsichtigem Fischen selbst für ein grosses Vertikalnetz ausreichen wird. Soll tiefer gezogen werden, wird man das Seil von $^3/_4$ Zoll Umfang anschäckeln können. Die 3000 m 14 mm Seil werden noch leicht in einer besonderen Abtheilung der grossen Trommel untergebracht werden können. Da es richtig ist, eine Hanfleine von etwa 25 m Länge zwischen Draht und Netzen anzubringen, macht die Durchführung durch die Rollen beim Wechseln der verschiedenen Seile keinerlei Schwierigkeit, denn das Hanfseil bleibt auf den Rollen liegen.

Das Drahtseil muss immer gespannt erhalten werden, weil es grosse Neigung hat, sich aufzurollen und dann nicht ohne Kinkenbildung, die die Haltekraft bis 50 % herabsetzen, also die Durchschneidung des Seils erfordern, wieder entwirrt werden kann. Sigsbee beschreibt (**14**, S. 138), wie Seilverwirrung dadurch entstanden sei, dass das Seil früher als die Dredge den Boden erreicht und sich dort aufgeknäult habe. Dem TALISMAN ist es ähnlich ergangen. Ich glaubte also nur das Aufknäulen am Grunde fürchten zu müssen und gab bei einem ersten Versuch über genau bekannter Tiefe rasch soviel Seil aus, dass das Netz noch eben über dem Grund bleiben musste. Dabei hatten sich indess die ersten 100 m Seil verwirrt, d. h., das Seil wickelt sich schon im Wasser auf, wenn ihm dazu Gelegenheit geboten wird.

Sigsbee giebt folgende Vorschrift über das Fischen auf dem Grund: Bei Tiefen bis 350 Faden giebt man die doppelte Länge Seil, bei grösseren Tiefen ein Drittel Seil mehr als die Tiefe beträgt. Mörth (**16**, S. 9) räth von 500 bis 1200 m Tiefe ein- und dreiviertel, bis 2500 m eineinhalb, darüber hinaus ein und ein Drittel der Tiefe Seil auszugeben. Bei sehr grossen Tiefen dürften doch vielleicht 1000 m Ueberschuss genügen, namentlich, wenn einige hundert Meter vor dem Netz eine Belastung am Seil angebracht wird. Sigsbee hält eine Belastung des Seils für unnöthig, weil es selbst schwer genug ist. Die POLA hat auf Vorschlag des Fürsten von Monaco vor und hinter dem Netz bis 500 m je 18, bis 1500 m je 36, in grösseren Tiefen je 54 Kilo Belastung angebracht. Die Belastungskörper (Oliven) haben nach dem zweckmässigen Vorschlag des Fürsten (**10**, S. 177), die Form von an beiden Enden in Oesen auslaufenden Cylindern, Durchmesser zur Dicke etwa wie 1 : 6. Sie haben auf der einen Seite eine Rinne in der das Seil liegt, das an die Oesen festgebunden wird. Vorschrift ist, die Oliven zwei Meter hinter dem Netz und 40 m vor dem Netz anzubringen. Ich verstehe nicht, weshalb bei dem Fischen in grossen Tiefen eine so schwere Belastung zweckmässig sein sollte. Im Ganzen wird man hier eine auflagernde, ungemein leichte Schlammschicht zu erwarten haben, sodass ich zunächst das Netz möglichst leicht und die hintere Olive weit vom Netz ab, vorne keine Olive nehmen würde.

Ueber die Methode des Aussetzens des schweren Netzes sind die Ansichten etwas verschieden. Auf zwei Dinge hat man Rücksicht zu nehmen: darauf, dass das Netz-Seil immer gespannt bleibt und darauf, dass das Netz nicht zu tief in den Grund eingreift. Nach Tanner darf das Netz keinen Augenblick ruhig liegen bleiben, weil es sonst so tief in den Grund versinkt, dass es nur mit äusserster Mühe oder auch gar nicht wieder zu heben ist. Die Erfahrungen, die der Fürst von Monaco mit seinen Reusen gemacht hat, müssen wohl auch in diesem Sinn gedeutet werden.

Tanner lässt das Schiff, an dessen dem Wind zugekehrten Bug das Netz über Bord geht, sagen wir an der rechten Seite, also Steuerbord, mit der Backbord-Schraube (dem Backbord-Propeller) 2 Knoten (1 m pro Sekunde) vorwärts gehen. Während dessen geht das Seil aus, das, wie T. sagt, niemals rascher als 0,76 m pro Sekunde gehen darf. Ein Officier regulirt die Geschwindigkeit des Ausgebens nach dem Winkel, unter dem das Seil vom Schiff absteht. Dieser Winkel soll zwischen 30 und 60^0 gehalten werden. Das Netz muss also, um fallen zu können, etwas rascher als 0,25 m die Sekunde dem Schiff durch das Wasser folgen. Wenn es schliesslich am Boden ankommt, muss es auch hier sofort vorwärts gehen und kommt keinen Augenblick zur Ruhe und zum tieferen Einsinken. Beim Schleppen selbst soll der Winkel bei der Tiefe von etwa 2000 m zwischen 35 und 40^0 sein. Auf die, zu dem Zweck bisweilen auszuführenden Schiffsmanöver gehe ich hier nicht ein. Wird das Netz fest, was Accumulator und Dynamometer anzeigen, dann giebt man zunächst Seil aus, geht unter Einholen des Seils rückwärts und sucht es zu lösen. Gelingt dies nicht, so befestigt man das Seil am Schiff und lässt dieses treiben, wo sich dann entweder das Netz löst oder etwas reisst. Ist dagegen kein Unfall eingetreten, so wird nach $^1/_2$ Stunde das Netz mit der Geschwindigkeit von 0,75 m die Sekunde gehoben. Dabei geht das Schiff noch solange vorwärts, bis das Netz vom Grund ab

ist. Bis dahin geht also das Netz mit der Geschwindigkeit von 1,75 m über den Grund, was für sehr grosse Tiefe ganz erhebliche Spannung des Seils geben würde und wie ich glaube, etwas rasch ist.

Der Winkel wird wohl je nach der Tiefe und der Belastung des Netzes etwas anders zu bestimmen sein, aber gewiss ist die Messung des Winkels sehr zu empfehlen. Das Instrument, das dafür angegeben wird, ist ein Lineal, in dessen Mitte ein Quadrant angebracht ist, auf dem ein Zeiger hängt. Das Lineal wird mit seiner Schneide parallel dem Seil gehalten und der Grad, auf dem dann der vertikal herabhängende Zeiger steht, abgelesen. Ich meine, dass sich ein Fernrohr mit Theilkreis im Ocular, oder einer sonst entsprechenden goniometrischen Einrichtung leicht beschaffen liesse und sicherer wäre, namentlich wenn man es so einrichtet, dass man Seil und Horizontlinie gleichzeitig genügend scharf sehen kann.

Auf der Pola wurde das Netz wohl meistens vertikal bis nahe an den Grund hinab gelassen und dann erst, unter Ausgabe des noch erforderlichen Seils, ausgefahren. Namentlich für grössere Tiefen scheint mir dies Verfahren kürzer und ebenso richtig zu sein. Ich habe es einmal in grosser Tiefe, die ich aber leider nicht genau kannte, auch so gemacht, bekam aber keinen Schlick, sondern nur einen Tiefseefisch mit herauf und habe wohl zu wenig Seil ausgegeben gehabt. Es ist für das Verfahren nöthig, die Tiefe vor dem Fischen genau zu bestimmen, was damals nicht mehr anging, weil der Lothungsapparat beschädigt war. Die Verbindung der Drahtseile geschieht durch sog. langen Spliss, d. h. eins der Bündel (Kardelen), aus denen das Seil zusammengesetzt ist, wird jederseits in einer Strecke von etwa 20 Fuss auf das zu verbindende Seil aufgeflochten, ein zweites auf die Hälfte dieser Strecke, ein drittes auf etwa 5 Fuss Länge. Dieser Spliss wird für völlig haltbar erachtet und kann jedenfalls genügen, wenn das eine Seil dünner ist als das andere, sonst könnte man noch einige Drähte von 40 Fuss Länge mit hinein flechten. Die Arbeit, solchen Spliss zu machen, ist ziemlich gross und dauert etwa 3 Stunden. Für einmaligen Gebrauch kann auch ein kurzer Spliss von 6 Fuss Länge dienen, wenn man die Enden noch gehörig mit Draht umwickelt und verstärkt. Bei wiederholtem Gebrauch löst sich der umwickelte Draht unfehlbar, man muss also nach dem Gebrauch doch einen neuen Spliss machen, und nur wenn keine Zeit verloren gehen darf, kann ein kurzer Spliss für einmal in Frage kommen. Wenn Gelegenheit dazu ist, wird es gut sein, die Haltbarkeit solcher Splisse am Lande festzustellen.

II. Apparate und deren Anwendung.

A. Die Lothmaschinen.

Eine Tiefseelothmaschine, Tafel IV, ist selbst für einfache Planktonuntersuchungen, wenn sie, wie zu verlangen, künftig in Genauigkeit fortschreiten sollen, nicht entbehrlich.

Durch die neueren Maschinen ist es geglückt, ein mechanisches Problem in sehr vollkommener Art zu lösen, das fast ein Jahrhundert lang sich nicht wollte lösen lassen. Es handelt sich darum, auf schwankendem Schiff zu erkennen, wann ein herabgelassenes Gewicht auf den vielleicht 7000 m entfernten, weichen Meeresboden stösst. Man denke einmal, dass man die Höhe des Montblanc dadurch bestimmen solle, dass man, auf der Spitze stehend, fühlen soll, wenn ein hinabgelassenes Gewicht unten anlangt! Wenn die Lösung solcher Aufgaben erforderlich wird, müssen Theorie und Praxis gemeinschaftlich daran arbeiten. Allerdings ist von Herrn William Siemens ein als Bathometer bezeichneter Apparat (17) erfunden worden, der aus der Veränderung der Schwere des Quecksilbers einen Schluss auf die Tiefe machen lässt. Der Apparat soll sich beim Legen eines Kabels durch den Farradey bewährt haben. Ich habe ihn gesehen, es ist ein grosser, einer Kommode ähnlich sehender schwerer Apparat, mit den Manometerröhren auf der oberen Platte. Er würde sich leicht auf dem Schiff unterbringen lassen, dürfte aber viele Fehlerkorrektionen haben und ist nicht weiter verwendet worden.

Es wird ein Tiefenindikator von Massey beschrieben, der mir aber nicht näher bekannt ist. Es handelt sich um eine Art von Patentlog, das die durchlaufene Strecke mit Hilfe von Propeller und Zählwerk sehr zuverlässig angiebt und bei genügend raschem Fall, selbst wenn es durch Strömungen horizontal versetzt werden sollte, doch die vertikale Tiefe genau angeben muss. Ich glaube wohl, dass man diesen Apparat mit den jetzt gebräuchlichen Lothungsapparaten vortheilhaft kombiniren könnte.

Früher lothete man mit schwerem Abfallgewicht (über 100 kg.) und Hanfseil. In solchem Fall verlangsamt sich das Ablaufen des Seils an Bord fortwährend, weil dessen Reibung stetig mit der Länge des abgelaufenen Seils wächst. Wenn endlich ebensoviel Seil sich auf den Boden bettet, wie am Schiff abläuft, wird das Ablaufen gleichmässig und dies zeigt an, dass das Loth den Boden erreicht hat. Die Bestimmung ist natürlich nicht ganz genau zu machen und wegen des Einflusses von Strömungen auf das Seil und wegen der langen Dauer solcher Lothung misslich. Selbst als man ein Gewicht an dünnem Faden in die

Tiefe gehen liess, konnte man die Ankunft des Gewichts am Boden nicht bestimmen. Man mass enorme Tiefen, die entschieden nicht vorhanden sein konnten. Der freundliche Gouverneur von Ascension, Napier, war bei den Messungen an Bord gewesen und hielt sich noch nicht für völlig überzeugt, dass diese Messungen irrig gewesen sind.

Es ist das grosse Verdienst von Sir William Thomson, das hier vorliegende Problem gelöst zu haben. Leider finde ich den Ort seiner bezüglichen Mittheilung nirgends citirt, freilich auch nicht von ihm selbst, als er seine Apparate ausstellte. Soviel ist jedoch sicher, dass er zuerst Klavierdraht in die Praxis beim Lothen eingeführt hat. Er hat für Lothen auf flacherem Grund in voller Fahrt einen Apparat eingeführt, der manometrisch durch Eindringen von Salzwasser in lufterfüllte Röhren, die auf Benetzung ihrer Wandung durch Färbung reagiren und daher den Druck ablesen lassen, die Tiefe bestimmt. Dies Verfahren hilft aber nicht mehr für grosse Tiefen, weil hier die Zunahme um einige Meter einen zu geringen Ausschlag giebt; daher gehe ich auf diesen an den Küsten sehr viel gebrauchten Apparat nicht ein.

Der für grosse Tiefen bestimmte Apparat von Thomson findet sich im Sigsbee (**14**, S. 54) abgebildet; er enthält bereits das Wesentlichste und ich kann mich nicht ganz davon überzeugen, dass die späteren Zugaben des Guten so viel hinzuthun mussten. Thomson giebt für seinen Draht an (**17**, S. 567), dass er für 1000 m 3,53 kg. in Luft, 3,06 kg. in Wasser gewogen habe (8500 m 2,6 kg.) und 104 kg. zu tragen vermöge. Nach dieser Angabe findet sich der Durchmesser zu 0,677 mm, die Peripherie zu 2,127 mm, die Oberfläche für 1000 m zu 2,127 qm und die Oberfläche unserer 8500 m (s. S. 51) zu 18,1 qm. Sigsbee scheint Music-wire Nr. 13 von Waschburn and Moen in Worcester, Massachusez gehabt zu haben, zu 6,3 Mk. das Pound. Ausserdem haben Webster und Horsfall, Birmingham, England, guten Ruf als Lieferanten, haben aber eine schlechte Methode der Versendung. Der Draht scheint nur 200 Pounds zu tragen. Dies wäre, wenn man das Pound 0,4536 kg. rechnen dürfte, nur 90,6 kg. (Man hält ja mit Recht die Nationen, die sich des metrischen Maasses bedienen, für fleissig genug, um sich Fahrenheit und die anderen sonderbaren Maasse umzurechnen, aber dass die Herren, die wissenschaftlich schreiben, nicht einmal die metrische Einheit aller der Gewichtsarten, die als »Pound« gelten, angeben, ist doch recht unfleissig.) Tanner hat Music-wire Nr. 11 genommen, 100 Faden davon wiegen im Wasser 1,13 Pounds. Die Umrechnung giebt 1000 m = 2,812 kg., 8500 m = 24,9 kg., Reibung per 1000 m ist 2,368, für 8500 m = 20,1 qm, Kraft 93,9 kg. Die Pola bezog von Carl Bamberg, Friedenau-Berlin, den Draht der deutschen Marine. 1000 m wiegen 5,6 kg. in Luft, gegen 4,87 kg. in Wasser, also 8500 m 41,4 kg. Tragfähigkeit ist 180 kg., Durchmesser ist 0,9 mm, also Umfang 2,8274 mm und Reibungsfläche für 1000 m 2,8274 qm oder für 8500 m 24,0 qm.

Ich hatte denselben Draht, aber da ich weder von der Marine noch von England Reservedraht, der überall ausgegangen war, erhalten konnte, nahm ich Draht von Poelmann in Nürnberg, der sich nach Sigsbee 10% stärker als der amerikanische Draht erwiesen hatte. Es zeigte sich, dass dieser Draht sehr ungleich temperirt, daher schlecht war.

Man bekommt diese Drähte in Längen von 1000 m oder auch länger, aber man muss sie doch für tiefe Lothungen mehrere Male verbinden. Ueber die beste Art Splisse zu machen ist vielfach verhandelt. Sigsbee giebt sehr genaue Vorschriften, Tanner giebt neuerdings andere Vorschriften, die POLA hat wieder ein anderes Verfahren. Sigsbee nimmt einen 7 cm langen Spliss, in dem die beiden Enden in Touren umeinander gewunden sind und der dann mit Zinkloth überdeckt und zu spindelförmiger Gestalt abgeputzt wird. Wir verfuhren genau nach seiner Vorschrift und waren mit dem Resultat und der Leichtigkeit der Arbeit sehr zufrieden. Ich möchte bezweifeln, dass an dem Verfahren viel zu bessern ist, nur muss man einen Mann haben, der sich auf Verfertigung solchen Splisses eingeübt hat. Thomson und die POLA haben mit Leine (Spagat) den Spliss 3 m lang umwickelt und ihn mit Seeleim oder sonstigen Stoffen überzogen, Kapitän Mörth findet, dass der Draht darunter rosten kann, sodass der Spliss von Zeit zu Zeit erneut werden muss. Solcher Spliss nimmt nicht nur viel Wasser mit auf die Trommel, was die Gefahr, dass der Draht rostet, vermehrt, es wird ausserdem noch der Widerstand im Wasser erhöht und die Längenbestimmung des abgelaufenen Drahts etwas beeinträchtigt. Da diese Schäden vermeidlich sind, wird es richtig sein, sich darauf einzurichten, sie zu vermeiden.

Um den Draht auf der Trommel gegen Rost zu bewahren, legt man ihn mit der Trommel in ein dafür hergestelltes Gefäss, das nach Sigsbee mit Spermöl zu füllen ist. Ich folgte dem Rath von Thomson, Kalkwasser zur Konservirung zu verwenden; dies schützte den Draht vollkommen, aber man muss dafür sorgen, dass das Wasser stets genügend Kalk enthält. Beim Aufwinden wird der Draht mit, in den Schiffshandlungen käuflicher, Kalilauge gewaschen, sodass die Kohlensäure der Luft und des Wassers keinen Einfluss auf ihn gewinnen kann.

Der von Kommodore Sigsbee konstruirte Lothapparat ist in seinen wesentlichsten Theilen und soweit es zum Verständniss der Materie erforderlich ist, auf Tafel IV, Fig. 2—4 abgebildet. Für die praktische Arbeit muss man durchaus den Sigsbee selbst (**14**) lesen. Einzelne praktische Winke, die ich vermisst habe, werden hier eingeschaltet.

Bei *a* liegt die grosse Trommel zur Aufnahme des Drahts, sie hat 1 Faden Umfang. Neben ihr liegt eine besondere Rinne *i*, Fig. 3 und 4. Sie hat die Aufgabe, das bremsende Seil bei der Ausgabe und das Triebseil von der hier nicht mit gezeichneten Dampfmaschine bei Einnahme des Drahts aufzunehmen. Von der Trommel geht der Lothungsdraht *e* an das kleine Rad *b* und von da zu dem Abfallgewicht *c*. Das Rad kann sich zwischen zwei an den Ständern liegenden Schienen auf und ab bewegen und wird durch Spiralfedern *f*, die in den Ständern eingeschlossen sind, getragen. Die Federn verkürzen sich und verlängern den Draht um die doppelte Strecke ihrer Verkürzung, wenn der Draht schwach gespannt ist; das Umgekehrte tritt ein, wenn der Draht stärker gespannt wird. Sobald der Draht schlaff wird, rollt er sich zusammen und bekommt bei erneuter Streckung Kinken, die unfehlbar zum Bruch führen, daher ist es unbedingt erforderlich, den Draht nie schlaff werden zu lassen. Das Rad *b* dient zugleich als Gubernator, d. h. es beschleunigt oder verzögert die Ausgabe des Drahts je nach der Anspannung desselben. Zu diesem Zweck ist es in besonderer Weise mit dem Hemmungsseil *h* verbunden. Dies Seil geht von einem Federmanometer *d* aus über die Rinne *i* der Trommel

zu einem zweiten Federmanometer d', dann weiter durch eine feste Rolle zu dem Rade b hinauf, darauf nach unten zurück zu einer zweiten festen Rolle und von dort zu einem Knacken, an dem das Seil festgesetzt wird. Das Seil wird so fest angezogen wie nöthig ist, um durch Reibung in der Rinne i den Ablauf der Trommel bis zur verlangten Geschwindigkeit zu ermässigen. Die Reibung wird vermindert, wenn das Rad b herabsteigt, vermehrt, wenn es aufsteigt. Ersteres tritt ein, wenn der Draht, während das Schiff auf den Wellenkamm aufsteigt oder überholt, zu langsam abläuft und sich entspannt oder im umgekehrten Fall sich spannt. Auf solche Weise kompensirt also die Trommel durch entsprechend langsameren oder rascheren Lauf die Störungen, die die Schiffsbewegung verursacht. Auch ohne den Gubernator würde die Trommel wegen des vermehrten oder verminderten Zugs den Ablauf verändern, nur erfolgen diese Aenderungen etwas langsam, weil die Trommel sehr massiv gebaut ist und daher ein grosses Trägheitsmoment hat.

Bei der Aufnahme des Drahts wird das Reibungsseil h abgeworfen und es kommt statt dessen das Triebseil einer kleinen Dampfmaschine in die Rinne i. Dabei spielt dann das Rad b lediglich unter dem Einfluss der Federn in den Ständern und wirkt als Accumulator. Die Drehungen der Trommel werden durch das Zählerwerk g registrirt. Weil eine ganze Anzahl von Längen Drahts auf der Trommel ist, hat eine Drehung einen variablen Werth und es muss ermittelt werden, eine wie grosse Drahtlänge durch die ersten hundert, die ersten tausend u. s. w. Drehungen wirklich ausgegeben wird. Diese Ermittelung geschieht bei dem Auflegen des Drahts. Dabei geht der gekaufte Draht zunächst über ein Rad von genau bekanntem Umfang, sodass aus der Zahl von Umdrehungen dieses Rades die wirklichen Längen des aufgelegten Drahts bekannt werden. Zugleich wird registrirt, wie viele Drehungen die Trommel für die ersten, zweiten u. s. w. 100 m des Drahts macht. Darüber wird eine Tabelle aufgestellt, deren Anordnung Sigsbee genau vorschreibt und die gestattet, später die Länge des ausgelaufenen Drahts aus den Drehungen der Trommel abzuleiten. Ich mache darauf aufmerksam, dass man die Winde, auf die der gekaufte Draht behufs der Abwickelung geschoben wird, nicht ziehen darf, sondern sie mit drehen muss, wenn man den Draht rasch und ohne Verwirrung zu bekommen, übertragen will.

An das freie Ende des Drahts wird ein Seil von entsprechender Haltkraft und möglichst geringer Dicke (vielleicht mit einer Seele von dünnem Nickeldraht) gebunden, etwa 15 m lang, daran hängen die verschiedenen Apparate und das Gewicht. Letzteres muss bei Tieflothungen am Boden abgeworfen werden. Für das Abwerfen sind verschiedene Einrichtungen angegeben worden, für die beste halte ich den »Detatcher« von Sigsbee, der S. 59 abgebildet ist. An dem Wirbel K sitzt das Seil S, an dem Haken M, der zwischen zwei Schienen (die vordere hier fortgelassen) gleitet, hängt das Gewicht Q, durch dessen Mitte ein Rohr geht. Eine Feder N sucht den Haken M in die Lage, Fig. II, zu drücken, auch das angehängte Gewicht Q drückt in dieser Richtung. Nur die Schnur S, die das Ganze trägt, hindert den Haken daran, zwischen die Schienen zurück zu weichen; sobald die Schnur schlaff wird, fällt das Gewicht ab, weil der Haken die Suspensionsschnur des Gewichts von sich abschiebt.

Das Rohr ist dazu bestimmt, eine Bodenprobe mit nach oben zu nehmen. Der kleine Stempel *F* am unteren Ende wird beim Aufstossen sehr leicht in die Höhe gedrückt. Sand oder Schlamm dringt dann in das Rohr ein und beim Aufholen schliesst der Stempel das Rohr wieder, weil eine Feder *H* ihn nach unten drückt.

Das Abfallgewicht für tiefe Lothungen wird zu 60, höchstens 75 »pounds« angegeben, das wären also wohl 27,2 bis 34 kg. Sigsbee benutzte Kanonenkugeln, die, wie man sieht, an der Seite angebohrt waren, sodass ein Draht, nur ein solcher darf zur Suspension des Gewichts genommen werden, durch die Löcher ging. Ich musste mir die Gewichte giessen lassen und nahm sie daher von ellipsoider Form. Ich liess beiderseits eine kleine hakenförmige Eisenstange eingiessen und befestigte daran die Drahtschlinge; so kam es, dass einmal der Rahmen eines anderen Apparats sich an dem Haken fing und das schon gelöste Gewicht wieder mit heraufnahm. Man muss also solche Vorsprünge unbedingt vermeiden und lieber Krampen eingiessen lassen; selbst dann könnte sich ein angehängter Apparat in der Drahtschlinge fangen, daher muss man solche Apparate hoch an der Schnur befestigen. Für flachere Gründe können geringere Gewichte genügen, ebenso, wenn man langsam lothen will. Für eine Lothungs-Expedition würde ich vorschlagen, die Gewichte so zu giessen, dass auf ein ovoides Gewicht mit Krampe, das 10 kg. schwer sein mag, ein zweites Stück von 15 kg. und darauf ein drittes und viertes Stück von 10 kg. passt. Das leichte Stück von 10 kg. kann bei Lothungen bis 2000 m wohl stets mit herauf genommen werden. Gewichte von Blei sind vorzuziehen, weil sie mit geringerem Durchmesser verfertigt werden können, daher weniger Widerstand bieten. Das ist sowohl für möglichst rasches Lothen, wie auch für die Wiederaufnahme des Gewichts von einigem Vortheil, aber es kostet mehr.

Sigsbee hat (**14**, S. 82) ein leider nicht ganz konklusives (weil die Reibung mit der Tiefe zunehmen dürfte) Beispiel über

Fig. I. Fig. II.

Fig. I, Sigsbee-Detatcher vor — Fig. II, nach — Berührung des Grundes, *S* die Vorlegeschnur, *K* Wirbel, *L* Sperrhaken, *M* Suspensionshaken, *R* Schiene, zwischen der *M* liegt, *N* die Feder, die den Haken *M* zurück drängt, *Q* das Gewicht, aufgeschnitten gedacht, *I* Kappe auf dem Gewicht, bei *P'* durchbohrt, bei *D* eine Platte tragend, die sich auf die Löcher *P* in dem Lothrohr *A* legt, sobald das Gewicht abgefallen ist. *B* Verschraubung des Rohrs, *C* Führungsstange für das Rohr *G* des Stempels *F*, *H* sehr schwach wirkende Feder, um den Stempel *F* auf die Platte *E* des Rohrs zu drücken, *J* Widerlage für diese Feder, *p* Oeffnungen in dem Rohr *G*. Das Rohr ist für Aufnahme von Grundproben bestimmt.

die Reibung, die der Aufnahme der Drähte entgegensteht, gegeben. 3657 m Draht mit 19 kg. anhängendem Gewicht waren horizontal ausgegeben und wurden während der Fahrt eingeholt. Einholung mit 3,76 m die Sekunde gab einen Zug von 58 kg., von dem 19,4 auf Gewicht und Schnur, 38,65 auf den Draht entfielen. Bei 4,51 m die Sekunde riss der Draht, der 90 kg. Haltekraft hatte. Unter der Annahme, dass die Widerstände mit der dritten Potenz der Geschwindigkeit wachsen, war hier bereits der Widerstand grösser als 90 kg. 75 kg. 3 m die Sekunde zu heben, erfordert bereits für sich allein drei Pferdekräfte. Wenn der Draht aus 6000 m Tiefe geholt werden soll mit 3,45 m die Sekunde, giebt das eine Reibung von 61,8 kg., sein Gewicht ist 18,4 kg. und das des Detatchers 1,5, in Summa eine Last von 81,7 kg. Dabei käme man zu nahe an die Haltekraft des Drahts und brauchte auch zu viel Pferdekräfte. Sigsbee (S. 86) hat einmal mit 7 m per Sekunde eingeholt. Beim Aufholen in vertikaler Richtung sind schon Schwankungen des Zugs von 36 kg. beobachtet worden, lässt man dagegen das Schiff beim Aufholen vorwärts gehen, so werden die Schwankungen unbedeutend, nicht viel über 5 »pounds«.

Das Wesentliche bei diesem Lothapparat ist Folgendes. Der Draht giebt zunächst so wenig Reibung, dass das Gewicht fast frei im widerstehenden Medium fällt. Sei p die Beschleunigung, die es per Sekunde erfährt, g die Beschleunigung der Schwere, a die Widerstandskonstante und v die Geschwindigkeit. Wenn man dann annimmt, dass der Widerstand proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit sei, so gilt die Formel:

$$p = g\left(1 - \frac{v^2}{a^2}\right)$$

Für $\frac{v^2}{a^2} = 1$ wird $p = 0$, dann muss also das Gewicht mit unveränderter Geschwindigkeit weiter sinken. Der mit der Geschwindigkeit des Gewichts ihm nach in das Wasser gerissene Draht scheint im Verhältniss zu seinem Gewicht eine zu grosse Reibungsfläche zu haben, daher verzögert er den Fall des Gewichts desto mehr, je länger er wird. Herr Parfait giebt dafür (**8**, S. 275) ein Beispiel. Für die ersten 1000 m brauchte das Gewicht 410″, für die zweiten 430″, für die dritten 480″. In diesem Fall war eine starke Hemmung an der Trommel, die ersten 1000 m können in 270″, nach Sigsbee (S. 74) in 240″ durchlaufen werden, aber im freien Fall gebrauchen sie doch nur 14″,4. Da der Fall sich kontinuirlich verlangsamt, würde die Trommel, wenn sie nicht genügend durch Reibung gehemmt wird, bald zu rasch laufen, also der Draht schlaff werden und sich verwickeln. Diese Gefahr liegt um so näher, weil das Schiff fortwährend durch die Wellen gehoben und gesenkt wird.

Es handelt sich ferner vor Allem darum, den Moment zu erkennen, wann das Loth auf den Meeresgrund fällt. Dann zieht das Gewicht nicht mehr, es verzögert sich sofort der Gang der Trommel an Bord, aber sowohl ihre Schwungkraft als auch der Zug der in rascher Bewegung begriffenen Drahtmasse zwingen die Trommel noch etwas weiter zu laufen. Dazu kommt, dass schon bei Verlangsamung, namentlich aber bei Stillstand der Ausgabe, das ganze Gewicht des Drahts an der Trommel zieht, also je nach der Dicke bei 6000 m Länge, Draht nach Tanner 16,9, Draht der deutschen Marine 29,2 kg. Wenn man lediglich die zur Spannung des Drahtes

erforderliche Hemmung anbringt, wird der Lauf der Trommel sich zwar in dem Moment, wo das Gewicht den Grund berührt, auffallend verlangsamen, aber doch andauern. Sigsbee schreibt daher ein anderes Verfahren vor. Er belastet im Anfang das bremsende Seil so, dass die Bewegung der Trommel mit 2,5 kg. gehemmt wird, dieser Hemmung fügt er dann allmählich soviel Zug hinzu, wie das Gewicht des abgelaufenen Drahts beträgt, dann muss die Trommel ganz zur Ruhe kommen, sobald das Gewicht am Boden liegt. Die lebendige Kraft des fallenden Drahts mv^2, also für 6000 m bei 3 m pro Sekunde Lauf $= \frac{16,9}{9,8} \cdot 3^2$, wird unter allen Umständen geringer sein, als diese Belastung, denn sie wird durch die Reibung vermindert und die Geschwindigkeit in grossen Tiefen wird kaum über 3 m gehen können. Dazu kommt die Einrichtung, dass die Rolle *b*, wenn sie entlastet wird und in die Höhe steigt, das Hemmungsseil anspannt, also die Hemmung vermehrt. Diese Thätigkeit des »Gubernators« kann nur in Wirksamkeit treten, wenn das Ablaufen des Drahts in genannter Weise verzögert wird, lässt man den Draht so schnell, wie es irgend geht, ablaufen, so bleibt die Rolle *b* hoch stehen, sinkt herab, sobald sich das Gewicht des Drahts anhängt und kann also gradezu der Hemmung entgegen wirken. Es muss also wenigstens in den letzten hundert Metern der richtige Grad der Hemmung angebracht werden, damit der Gubernator wirken kann, dann aber steht auch die Trommel mit bewundernswerther Präcision. Es wird richtig sein, sofort noch einige Meter Draht mehr auszugeben, damit der Detatcher das Gewicht fallen lassen kann. Wenn man das langsam thut, kann, wie ich glaube, der Draht durch die Strömung so durchgebogen werden, dass er gespannt bleibt und der Detatcher sich nicht löst. Bei sehr grossen Tiefen kann etwas Zeit darüber vergehen, bis die unten stattfindende Entspannung sich nach oben fortsetzt, das hängt von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls in dem Draht ab (etwa 5000 m die Sekunde), kann also wohl gut eine Sekunde Verspätung geben. Die Verkürzung des Drahts durch die Kälte kommt weniger in Betracht, sie wird kaum einen Meter betragen können. Grosse Tiefen werden also immer ein wenig zu gross, aber sie werden relativ sehr genau angegeben werden.

Die Maschine von Sigsbee hat in Amerika die besten Resultate gegeben, doch wurde sie meistens nur für nicht sehr grosse Tiefen gebraucht. Sie muss Bedenken erregt haben, denn der französische Ingenieur Herr Thibaudier hat eine andere Maschine für den Talisman gebaut[1]. Sie findet sich in (8) beschrieben und abgebildet. Der Apparat ist sehr hoch und gross und unterscheidet sich vom Sigsbee durch eine viel längere Drahtführung und dadurch, dass die Regulirung ausgiebiger ist und mit Hilfe von Gewichten anstatt mit Federn bewirkt wird. Die Erfolge werden gerühmt, es ist aber doch wohl nicht zu leugnen, dass die Gewichte in wenig glücklicher Weise bei dem Schlingern des Schiffs mit beansprucht werden. Die Pola hatte einen erheblich komplicirteren Apparat, der als Maschine des Mechanikers le Blanc bezeichnet wird, aber doch wesentlich der von Thibaudier gleicht. Hier wird die Regulirung

[1] Die Erfahrungen mit der Lothung des Travailleur, die zur Erfindung der neuen Maschine scheinen Veranlassung gegeben zu haben, sollen sich in »la Revue maritime et coloniale« finden, leider wird der Band nicht citirt, weshalb ich davon keine Einsicht nehmen konnte.

sehr genau entsprechend dem ablaufenden Draht durch Auflegen neuer Gewichte ausgeführt. Herr Mörth bemerkt, dass die Sache viel Aufmerksamkeit erfordere. Vereinzelte Lothungen sind missglückt, aber im Ganzen funktionirten diese Apparate sehr befriedigend. Die Maschinen müssen recht theuer sein, denn die von Sigsbee kostet 4618 Mk. Von Tanner (15) wird ein kleiner Lothapparat angegeben, der für geringere Tiefen sehr zweckmässig sein dürfte.

Wir hatten einen Apparat der Marine geliehen, den Herr Kapitän v. Schleinitz von Amerika bezogen hatte, der aber noch nicht gebraucht worden war. Bei Lothungen im Norden bis 2000 m ging alles vortrefflich, dann aber traten Uebelstände zu Tage. Der am schwersten wiegende war ein Konstruktionsfehler der Trommel. Für diese schreibt Sigsbee am freien Rande eine solche Konstruktion vor, wie Fig. 3, Tafel IV zeigt, also die Fläche und die Wangen am Rande aus einem Stück. An unserer Trommel war aber nur ein Boden eingelegt, wie Fig. 4 zeigt, und daher drängte der Draht beim Aufwickeln die Wangen der Trommel auseinander. Dabei sprang die Mutter von einem der eisernen Bolzen ab. Dieser wurde erneut, aber bei späterer Gelegenheit sprangen zwei andere Bolzen ab, als ich nur den ausgefahrenen Draht wieder einholte. Da gab ich die Lothungen auf, weil sie für meinen Zweck so wichtig nicht waren. Mein Draht war, wie erwähnt, stärker, als der von Sigsbee benutzte, das giebt aber eine stärkere Umschnürung und Belastung der Trommel beim Einholen und macht die bezüglichen Bedingungen bei tiefen Lothungen ungünstiger. Die Dampfmaschine blieb in solchem Fall zunächst auf dem todten Punkt stehen, sodass man mit der Hand nachhelfen musste. Die Führungsrolle *b* ging dabei so tief hinunter, dass zuerst von einer Leitung des Drahts auf die Trommel keine Rede sein konnte. Bei der letzten Lothung hatte ich das Gewicht etwas langsam auf den Grund gesetzt, wir waren nicht sicher, ob es sich gelöst habe, es wurde also versucht zu heben und nochmals fallen zu lassen. Der Sperrhaken am Zahnrad *k* griff dabei nicht genügend ein, die Trommel fing an zu laufen und da ich meine Leute für solchen Fall nicht instruirt hatte und selbst einen Moment zögerte, meine Hand an die Wange der rasch laufenden Trommel zu stemmen, sprang der Draht aus der Führungsrolle und schnitt ab.

Ich halte die Tieflothmaschine für einen hervorragend wichtigen Apparat für die Wissenschaft und erlaube mir daher noch eine kurze Kritik. Die Form Sigsbee ist am handlichsten, ich möchte sie, trotz meiner nicht guten Erfahrungen, nicht fallen lassen. Man muss aber unterscheiden, wozu der Apparat dienen soll. Für gewöhnliche Lothungen wäre eine Handhabe zur Leitung des Drahts auf die Trommel, sehr leichter Draht und gute Dampfmaschine zu empfehlen, die ersten 2000 m Draht könnten vielleicht besonders dünn genommen werden. Für wissenschaftliche Expeditionen würde der Apparat, um ihn vielseitig gebrauchen zu können, doch wohl erheblich zu modificiren sein. Es ist vor Allem ein principieller Fehler, den Draht direkt auf die Trommel zu nehmen, er muss über ein Vorgelege gehen.

Wenn der Draht auch nur unter einem Zug von 25 kg. direkt aufgelegt wird, so lasten auf jedem Diameter der Trommel für jede Windung jederseits 25 kg., also im Ganzen pressen 50 kg. die Trommel zusammen. Sei der Umkreis 2 m, so beträgt der Druck für 6000 m Tiefe 150 000 kg., das ist eine völlig unerträgliche Last und noch dazu ist das Gewicht des Zuges ziemlich gering gerechnet. Kommt nun, was im Norden vorkommen kann, der Draht wärmer

herauf, als die Wärme an Deck ist, so würde sich die Spannung der einzelnen Windungen bis zur Haltbarkeit des Drahts, also bis auf zweimal 90 kg. vermehren können. Thatsächlich steigt der Druck nicht so hoch, weil der Draht, wenn er heraufkommt, meistens kälter ist als die Trommel, und weil eine minimale Durchbiegung der Trommel schon eine starke Entlastung giebt, daher wenigstens die ersten Windungen nicht mehr mit voller Kraft drücken. Auf jeden Fall müsste die Trommel sehr stark genommen werden, dürfte aber für die ungünstigsten Umstände kaum stark genug zu machen sein. Sigsbee's Trommel wiegt, abgesehen von dem aufgelegten Draht, 95 »pounds«, hat also schon eine erhebliche Schwungkraft, die durch die Hemmung erst nach einiger Zeit zu brechen ist. Je schwerer die Trommel ist, desto weniger präcise wird sie zum Stillstand kommen. Hat man ein Vorgelege, so kann die Trommel sehr leicht genommen werden und der Draht kann von ihr allein, also ohne Benutzung des Vorgeleges, auslaufen. Das Zählwerk müsste bei jeder 10. Drehung ein Glockenzeichen geben. Die Bremse würde vielleicht besser die Form eines Prony'schen Zügels annehmen, wie solcher zur Bestimmung der Kraft einer durch ihn abgebremsten Maschine benutzt wird. Für den Antrieb des Vorgeleges geben die Einrichtungen an den Centrifugen wohl das beste Muster. Als Maschine zum Einholen würden vielleicht elektrodynamische Kraftmaschinen ins Auge zu fassen sein, weil diese einestheils bequem regulirt werden können, anderntheils sehr nachgiebig gegen Veränderungen der auf ihnen lastenden Kraft sind. Ich meine, dass mit Hilfe unserer technischen Lehranstalten sich gewiss eine vortreffliche Lothmaschine würde herstellen lassen, vorausgesetzt, dass die Gelegenheit zu ausgiebigen technischen Proben gewährt wird.

Eine solche Maschine würde vielfältigen Nutzen gewähren können. Man würde durch Herablassen eines Thermometers auf bestimmte Tiefe prüfen können, ob ein herabgelassenes Netz die verlangte Tiefe erreicht hat, denn ein mit dem Netz hinabgehendes Thermometer müsste dieselbe Temperatur zeigen, eventuell würde man erfahren können, bis zu welcher Tiefe das Netz gesunken war. Man würde auch, wenn man ziemlich starken Draht nimmt, sehr gut mit dem Schliessnetz fischen können, denn geschlossen sinkt es rasch und es lässt sich dann rasch ziehen. Man würde selbst mit einem kleinen Schliessnetz dicht über dem Meeresgrund fischen können, ohne dabei allzugrossen Zeitverlust zu erleiden. Die Praxis würde überhaupt bald eine noch vielseitigere Verwendung lehren.

Besonders wichtig scheint mir zu sein, dass hier die Möglichkeit eines genauen Studiums der Meeresströmungen gewonnen werden kann. Sei in Fig. III, S. 64, die Linie AB die Oberfläche des Meeres und bezeichne der Pfeil die Richtung des Stroms an derselben. Das Schiff liege vor einem Stromesanker, um die Wirkung des Windes möglichst auszuschliessen. (Man könnte auch die Wirkung des Windes und dessen Richtung zum Strom mit Hilfe eines gewöhnlichen Schiffslogs bestimmen.) Von dem Punkte A aus wird sehr langsam gelothet, die Lothung daure o Minuten. Das Loth kommt bei L auf den Grund, dann steht aber das durch den Strom vertriebene Schiff bei c. Die wahre Tiefe sei h. Man nimmt das Loth auf und lothet nun möglichst rasch von B aus, etwa in p Minuten. Das Loth kommt bei L' auf den Grund, das Schiff steht dann bei d. Es kann angenommen werden, dass der Grund L bis L' parallel AB sei. Sei die Strecke $Ac = v$, $Bd = w$. Sei ferner die zuerst ausgegebene Drahtlänge $= n$, die

zweite $= m$, dann sind die drei Unbekannten h, v, w durch folgende Gleichungen zu bestimmen.

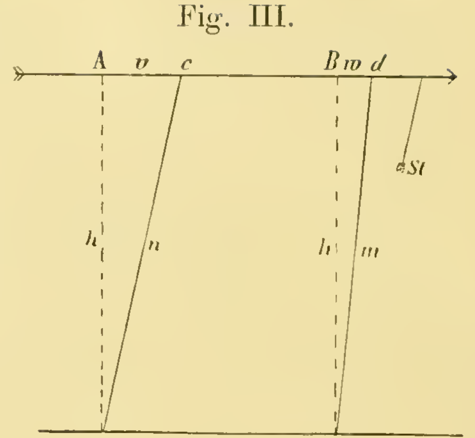


Fig. III.

$$v : w = o : p. \quad w = \frac{vp}{o}$$

$$n^2 = h^2 + v^2.$$

$$m^2 = h^2 + w^2.$$

$$n^2 - m^2 = v^2 - w^2 = v^2\left(1 - \frac{p^2}{o^2}\right)$$

$$v^2 = \frac{n^2 - m^2}{1 - \frac{p^2}{o^2}}$$

Sei $o = 60$, $p = 25$ Zeitminuten und sei $m = 1000$ m, $n = 1001$ und 1010 m, so wird v, also die Abtrifft in einer Stunde 49,2 resp. 156 m. Sei $m = 6000$ m und n beziehungsweise 6001, 6006, 6060, 6231,7 m, so wird $v = 120{,}5$, 295,2, 935,7 und 1852 m (oder einer Seemeile). In letzterem, nicht selten vorkommenden Fall der Abtrifft wäre $h = 5950$ m, man wird aber kaum das Loth in 25′ in die Tiefe von 6000 m hinunter bringen können, trotzdem man möglichst rasch lothen kann, weil man die Tiefe dann schon annähernd kennt. Gehen Strom und Wind in verschiedener Richtung, so treibt das Schiff in der Diagonale, die Rechnung wird etwas verwickelter und weniger sicher.

Bei nicht allzuschwachem Strom wird man dessen Richtung aus der Stellung des Drahts während der Aufnahme der letzten 100 m entnehmen können, da bei 1 Knoten Trifft der Winkel schon bei Beginn der Aufnahme um 18° von der Senkrechten abweicht. Ich habe entschieden den Eindruck, dass die relative Genauigkeit solcher Lothungen bis 1 pro mille und weiter gehen kann, nur muss die Hebung des Schiffs durch die Wellen etwa mit Hilfe einer geeigneten Federwage notirt werden. Die Verlangsamung der Bewegung der Trommel wird man, wenn nöthig, sehr genau erkennen können, wenn man durch sie ein kleines Elektrodynamometer treiben lässt und an einem eingeschalteten Voltameter beobachtet. Der Draht wird zwar nicht in genau grader Linie verlaufen, sondern entsprechend der Strömung, namentlich in den oberen 100 m, eine Bucht mit der Konvexität nach A hin machen. Es ist aber wohl anzunehmen, dass die Bucht bei beiden Lothungen entsprechend ähnlich genug sein wird, um keinen grossen Fehler zu verursachen. Wenn man gleich nach der Lothung einen Strommesser *St* bis zu verschiedenen Tiefen am Draht hinablässt, so wird man aus dem Winkel des Drahts die Strömung der verschiedenen Wasserschichten, vielleicht sogar noch in grossen Tiefen erkennen können. Die Verankerung eines Bootes auf hohem Meer ist ja thunlich und auch schon ausgeführt worden, aber sie ist sehr unbequem sowie zeitraubend und man kann dabei die Gefahr laufen, erhebliche Verluste zu erleiden.

B. Die Netze.

Man kann die Netze in die Gruppe der Grundnetze, in die der vertikal und in die der horizontal fischenden Netze scheiden.

a. Die Grundnetze.

Auf die kleinen Dredgen gehe ich hier nicht ein, wir hatten davon mancherlei an Bord. Man kann mit allen Formen fangen, auf felsigem Grund wird wohl die Form mit dreieckiger Oeffnung, die zuerst von den Norwegern empfohlen worden ist, entschieden vorzuziehen sein. Die von Herrn Prof. Reinke mit Spitzen am Vorderrand versehene Dredge bewährt sich merkwürdig gut für die Aufnahme von Pflanzen.

Ich glaube in Uebereinstimmung mit Agassiz und Sigsbee, dass man in irgend grösseren Tiefen mit solchen Netzen vom Schiff aus nicht arbeiten, sondern immer nur die Tiefsee-Kurren in der amerikanischen oder ähnlicher Form verwenden sollte, sie lohnen die geringe Mehrarbeit am besten. Ich gebe davon anbei eine Zeichnung, Fig. IV. Die Dimensionen sind nach Sigsbee für das Standard-Trawl (es sind von ihm verschiedene Trawls angegeben), in leicht abzurundende mm umgerechnet, folgende.

Schlitten, Länge 1219, Tiefe 762, Breite 76, Metalldicke 12,7 mm. Vorderes Balkenrohr, Länge 3050, äusserer Durchmesser 50,8, Metalldicke 5 mm. Hinteres Balkenrohr nahe dieselben Dimensionen, Verdickung an den Enden 63,6, Metalldicke 5,1, Durchmesser der Bolzen 19 mm. Seil in der vorderen Netzkante 76 mm dick, an der Seite des Netzes 63,5 mm, ich hatte hier Drahtseil. Hauptsack, Länge 4574 mm, Maschenseite 25,4 mm, Stoff 21 Stränge Baumwolle. Die sog. Falle, 15-strängige Baumwolle mit Maschen von 12,7 mm Weite. Die Jacke aus demselben Netz. Schutzkleid oben und unten am Ende des Netzes, Maschenseite 12,7 mm. Die Fäden dicker. Das Gestell kostet circa 80 Mk.

Meine Netze waren von der Netzfabrik in Itzehoe bezogen, sie hielten sich gut, selbst in einem Fall, wo eine schwere Masse der sehr scharfen Korallinen mit heraufkam. Die Pola-Expedition, die es mit einem sehr schwierigen, von zerbrech-

Fig. IV.

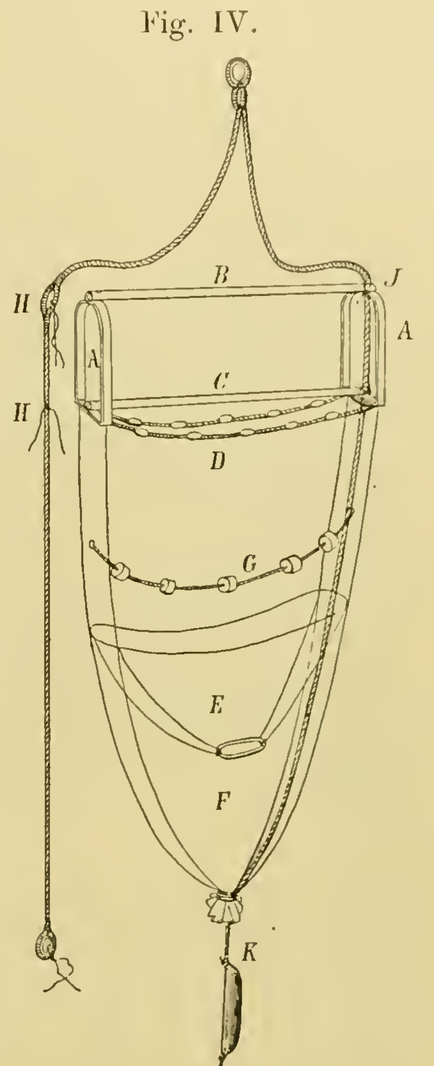


Fig. IV, Trawl von Agassiz und Sigsbee, *A* der eiserne Schlitten, *B* der vordere, *C* der hintere Balken aus Gasleitungsrohr, *D* das Seil am vorderen Netzrand, mit Bleistücken beschwert, *E* die sog. Falle, durch einige, hier nicht gezeichnete Drähte an das hintere Netzende befestigt, F der Netzbeutel, aussen an der Längsseite des Netzes geht das Zugseil bis zum Ende des Beutels, rechts schon befestigt, links noch nicht angebunden. Bei *H*, *H* die Schnüre zur Befestigung des Seils am Schlitten, die reissen sollen bei zu starker Belastung des Netzes, damit das Netz rückwärts aufgezogen werden kann, *K* eine Monako'sche Olive, *G* ein mit Korkstücken bezogenes Seil im Netz, das die jeweilige obere Wand des Netzes zu heben hat. Letztere Einrichtung halte ich für unnöthig, dagegen kann sie zur Anbringung von Schwabbern dienen. Agassiz überzieht den hinteren Theil des Beutels *F* noch mit einem engeren Netz zum Fangen kleinerer Thiere, Decke und Boden des Beutels werden aussen noch mit einem Schutznetz gegen zu rauhen Grund überzogen, was nur an der Küste erforderlich sein dürfte. Die letzterwähnten Einrichtungen sind nicht gezeichnet.

licher dünner und schneidender Kruste überzogenem Boden zu thun hatte, konnte die amerikanischen Netze nicht loben, ist aber mit Netzen, die aus »Merlin« gemacht waren, sehr zufrieden. Die untere Kante des Netzes soll sich beim Fischen zurückbiegen, die Oberkante in gerade Linie stellen, damit die Fische, wenn sie wegen Berührung mit dem über den Grund gehenden Netz in die Höhe schiessen, nicht vor dem Netz vorbei können, sondern auf die Netzwand stossen. Ich hatte wie Agassiz über die beiden Balken noch ein Stück Netz hinübergespannt, das jedenfalls nicht schaden konnte. Fürst Albert von Monaco und sein Kapitän hängen innen am Eingang des Netzes noch sog. Schwabber auf, d. h. Bündel zerfaserten Seilwerks. In diese verwickeln sich manche Thiere, namentlich wenn sie eine rauhe und dornige Oberfläche haben, sie werden dann bald mit Mudde umhüllt und auf diese Art gut konservirt, während sie sonst bei langem Schleppen des Netzes sehr stark zu leiden pflegen. Das Verfahren wird sehr gelobt.

Sehr wichtig erscheint mir die Einrichtung, dass die Befestigungen vorne am Netz reissen müssen, wenn das Netz sich überladet oder fest wird. Ich muss entschieden rathen, vor Abgang der Expedition Versuche über das Reissen anzustellen und zwar bei verschieden gelagertem Netz, wahrscheinlich wird man dabei auf etwas andere Art der Befestigung der Zugseile, als sie hier angegeben ist, kommen. Es ist kein Scherz, in grossen Tiefen zu fischen, man muss durchaus seiner Einrichtungen völlig sicher sein; man muss auch zuvor der Beschaffenheit des Grundes sicher sein und danach die Belastung des Netzes bestimmen. Die Tiefseefischereien haben sich meistens an die Küste und an flachere Meeresstellen gehalten und ganz mit Recht, denn hier giebt es die reichste Ausbeute. Wir müssen aber doch einmal erfahren, was eigentlich der tiefe Grund des Oceans für lebende Wesen noch zu ernähren vermag.

Ein interessanter Apparat ist die Reuse des Fürsten von Monaco, die auf Tafel VI, Fig. 1 abgebildet ist, interessant, weil man wirklich damit gut fängt. Ein prismatisches Gestell ist mit Netzwand, eventuell Drahtgeflecht überzogen, an den Ecken mit Gewichten beschwert und mit zwei trichterförmigen Eingängen, nach Art der Reusen oder gewisser Mausefallen, versehen; im Inneren befinden sich noch einige kleinere Reusen für kleine Thiere. In den Apparat kommt Köder, dann wird er für mindestens sechs Stunden auf den Meeresboden versenkt. Sein Seil wird an einer Boje befestigt, die vom Schiff aus im Auge behalten werden muss. Nach dem Bericht macht es zuweilen sehr grosse Mühe, den Apparat wieder zu heben, er muss sich wohl in den Boden senken und daher so schwer zu heben sein; das kommt ja auch bei den Schleppnetzen vor, wie bereits erwähnt wurde. Ich fürchte, dass die Handhabung dieses Apparates bei grossen Tiefen sehr unbequem werden wird, die Boje muss sehr gross genommen werden, wo dann die Gefahr entsteht, dass sie vom Strom verschleppt wird; man muss dann sehr viel Drahtseil behufs Verankerung ausgeben, was wiederum nicht unbedenklich ist, weil das Seil in der Richtung des Stromes gelegt werden muss. Bei häufigen Versuchen wird das Liegen bei der Boje auch etwas langweilig. Die Pola hat Versuche mit der Reuse gemacht, ihr Bericht wird abzuwarten sein.

Ein besonderes Grundnetz ist das »Tangle-Bar«, zu deutsch etwa: Schwabber-Balken. Der Apparat ist von Agassiz erfunden, um auf sehr rauhem Grund durch die Schwabber Thiere von den Steinen abzufegen und in den Fäden des Schwabber verwickelt nach Oben zu

schaffen. Ich hatte die Einrichtung insofern etwas modificirt, als ich die Räder innen von dem Balken angebracht hatte, um so ein Festwerden sicherer zu vermeiden, als es bei dem graden Balken von Sigsbee der Fall sein dürfte. Mein Apparat ist hier abgebildet.

Die hauptsächlichen Dimensionen sind folgende. Durchmesser der Räder 300 mm, Sehne des Balkens 1500 mm, Länge der Ketten 4500 mm, Länge der Schwabber 900 mm. Von Tanner wird ein winklig gebogener Balken ohne Räder verwendet. Es kommt wohl wenig auf die specielle Form an; ich fand keine Gelegenheit, meinen Apparat wirksam zu verwenden.

Fig. V.

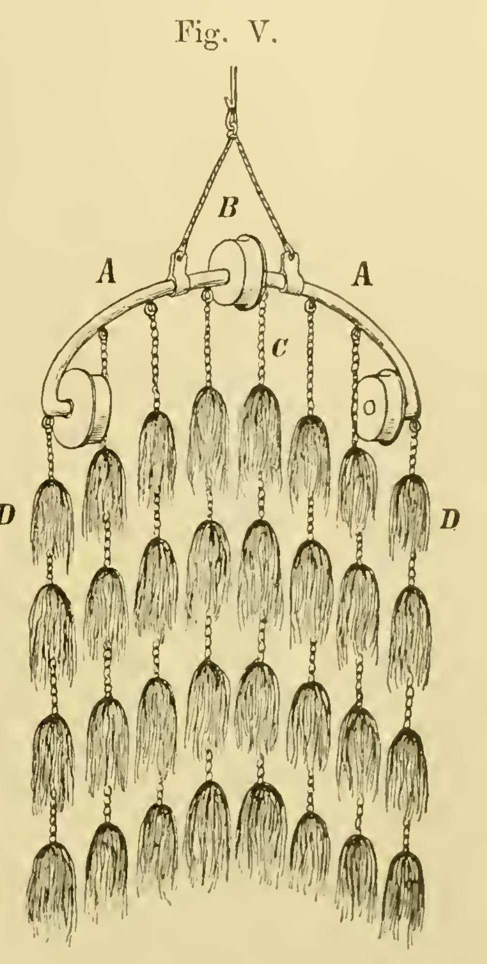


Fig. V. *A* der Balken, *B* die Räder, *C* die Ketten, *D* die Tangles. In der Mitte brachte ich ein Rad (von einem alten Lowry) an, um zu verhindern, dass der Balken die Thiere bei Seite räume.

b. Die Vertikalnetze.

Mit diesem Namen mögen die Art von Netzen bezeichnet sein, die lediglich zum Zug in vertikaler Richtung, aus der Tiefe gegen die Oberfläche hin gebaut sind. Man kann mit diesen Netzen natürlich auch horizontal fischen, aber so oft ich das gethan habe, es lohnt die Mühe nicht. Es hängt zu sehr vom Zufall ab, ob man die Schicht trifft, in der sich die Wolken der Organismen grade vorzugsweise aufhalten, während ein vertikal gezogenes Netz sicher durch diese Schicht durchkommt. Will man Alles fangen, was zu fangen ist, so wird man sich den Vertikalnetzen anvertrauen müssen, so ungern man ihnen auch trauen wolle.

Das Planktonnetz.

Mit diesem Namen bezeichne ich das Netz, das, mit möglichst feinem Zeug ausgestattet, dem Zweck zu dienen hat, eine Wassermasse so zu filtriren, dass noch sehr kleine Organismen abfiltrirt werden und das dabei zugleich gestattet, ein Urtheil über die Menge des filtrirten Wassers zu gewinnen. Relativ vergleichbar können die Fänge mit dem Planktonnetz (aber nicht so leicht mit anderen Netzen) bei sorgfältiger Behandlung immer werden, weit schwerer ist die Aufgabe zu lösen, absolute Maasse zu gewinnen. Es ist bis dahin, wie wir sehen werden, ein weiter Weg, aber weil das, was dabei ermittelt wird, auch ähnlich für alle Netze gilt, möge die Untersuchung nicht verdriessen. Es soll zunächst die Konstruktion des Netzes, dann sollen die Gründe für diesen Bau angegeben, endlich soll untersucht werden, wie viel Wasser durch dies Netz filtrirt.

Konstruktion. Das Netz, wie ich es zuerst bei dem Eintritt in den Ocean verwendete, zeigt die nebenstehende Fig. VI. Es besteht aus einem cylindrischen Aufsatz *A*, dem dichten Kegel *B*, dem Netz *C* und dem Eimer *D*. Ich hatte zugleich zwei Planktonnetze verkuppelt, wie Fig. IV, S. 64 des Theiles A der Ergebnisse erkennen lässt. Der Cylinder *A*, der dagegen

sichern sollte, dass bei gar zu stürmischem Wetter Fang aus dem Netz hinaus gespült werden könne, schien mir bald entbehrlich, er blieb fort auch deshalb, weil er etwas schwach gebaut war. Die Verkuppelung musste ich später aufgeben, weil sie sich trotz grosser Stärke verbog und zunächst genügende Dienste geleistet hatte. Ich glaube nicht, dass Inhalt durch die freilich erhebliche Orbitalbewegung der Wellen[1]) aus dem Netz geschlagen worden ist, und wenn man, wie ich das im Anfang der Reise hatte, eine Feder, die bei einer Belastung zwischen 10 und 50 kg. etwa um 0,5 m spielt, über dem Netz anbringt, ausserdem noch an Deck den Accumulator spielen lässt, so ist ein Fangverlust bei vorsichtigem Fischen auch bei stürmischem Wetter nicht zu befürchten.

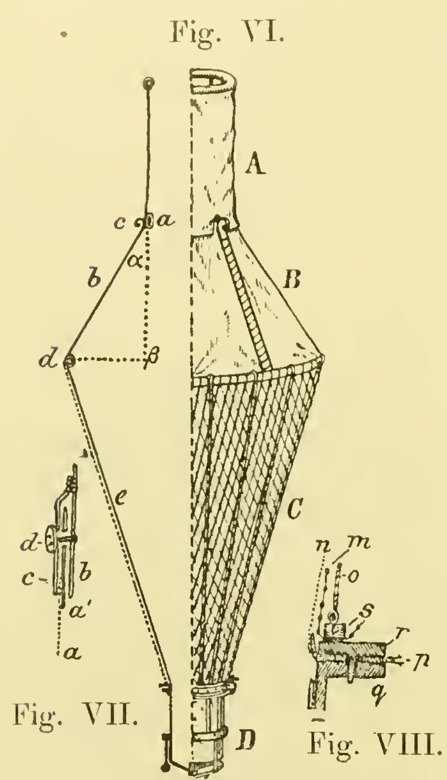


Fig. VI: Planktonnetz, *A* dichter Aufsatz, der in der Regel fortbleibt, *B* dichter oberer Theil, *c* Eingangsring, *b* eiserne Stange zur Befestigung des Ringes *d*, *C* das eigentliche Netz, innen das Netzzeug *e*, *D* der angehängte Filtrireimer, α und β Hilfslinien für das Muster. Fig. VII: Oberer Rand des Netzes, (Fig. VI bei *d*), *a* das Gazenetz, *b* und *c* Barchentrand, *a'* Rand des Netzes von Leinen, *d* Knopf. Fig. VIII: Untere Befestigung des Netzes, *q* Rand des Eimers, *n* Gazenetz, *p* Barchentrand desselben, *r* Gussring am Netz hängend, *m* Baumwollennetz, *o* Hanfseil, *s* Metallring mit Oesen für das Hanfseil, auf den Ring *r* aufgeschroben und aus zwei Hälften bestehend.

Der dichte Kegel *B* besteht aus einem eisernen Gestell und aus einem Ueberzug von Barchent. Das Gestell muss Farbe erhalten. Es besteht aus einem Ring von Bandeisen *a*, 5 mm dick, 4 cm breit, dessen Durchmesser 36 cm ist, sodass die Oeffnung des Ringes mit Barchentüberzug ziemlich genau $^1/_{10}$ Quadratmeter beträgt. Ferner besteht er aus einem zweiten Ring, gleichfalls aus Flacheisen, 5 mm dick, 5 cm breit (auf die Kante, nicht auf die Fläche, wie die Figur zu zeigen scheint), gebogen von 98,5 mm Durchmesser. Beide Ringe sind durch die drei Stangen *b*, die oben den Haken *c* tragen, fest mit einander verbunden (am besten angeschmiedet). Diese Stangen sind 64 cm lang, 22 mm breit und 5 mm dick. Der halbe Winkel an der Spitze dieses abgestumpften Kegels beträgt gut 27°. Um den Ueberzug gut sitzend zu machen, muss man ein Muster berechnen. Es handelt sich um den Mantel eines abgestumpften Kegels, zur Berechnung dienen folgende Formeln.

Der Kegelmantel M ist

$$M = r\pi l$$

wo r der Radius $\pi = 3{,}1416$ und $l^2 = r^2 + h^2$; h aber die Höhe des Kegels ist. $r = \frac{\delta}{2}$, wenn δ Durchmesser der Kegelbasis. Um h zu finden, muss der halbe Winkel der Spitze des Kegels gesucht werden. Dieser ist gleich dem Winkel α der Figur und wird aus dem rechtwinkligen Dreieck $c\beta d$ gefunden. Die Linie cd ist bekannt, ihre Länge sei $= q$, die Länge der Linie βd sei $= p$, nennen wir den Durchmesser der kleinen Oeffnung ρ, so ist

[1]) Vergleiche darüber Krümmel, Handbuch der Oceanographie 1887, Bd. II, die Wellen.

$$\beta\, d = \frac{\delta}{2} - \frac{\rho}{2}$$

$$\sin.\ \alpha = \frac{\frac{\delta}{2} - \frac{\rho}{2}}{q} = \frac{p}{q}.\ \text{Es ist}\ \cos\alpha = \frac{r}{l},\ \text{also:}\ l = \frac{r}{\cos\alpha}\ \text{also:}$$

$$M = \frac{r^2\,\pi}{\cos\,\alpha}$$

Der Mantel des kleinen, in Abzug zu bringenden, Kegels ist

$$m = \rho\,\pi\,\lambda. \quad \lambda = l - q.$$

Nach Feststellung dieser Maasse schlägt man am bequemsten mit Hilfe eines Kupferdrahts auf dem Fussboden einen Kreis mit dem Radius l und λ. Der abzutragende Kreisbogen hat die Länge der Peripherie des grossen, bezw. des kleinen Ringes, man kann aber auch den Bogen mit Hilfe des Winkels oder der Sehne abschneiden. Es ist vorzuziehen, das Muster zu halbiren, für die Nath giebt man 1 cm zu. Barchent ist ein ziemlich nachgiebiger Stoff, dies entspricht dem Zweck der Einrichtung, ein starrer Ueberzug würde die Menge des einströmenden Wassers etwas verändern können.

Der Theil C des Netzes besteht aus sechs Theilen: 1. die Müllergaze, deren Kette parallel mit den Ringen laufen soll und für die das Muster entsprechend obigen Formeln zu schneiden ist, 2. ein weitmaschiges Baumwollennetz (nach demselben Muster zu schneiden), 3. Hanfschnüre, die man auf der linken Seite der Figur sieht, etwa 8 Stück mit der Tragkraft von je 10 bis 15 kg., 4. ein Barchentrand mit 32 Knöpfen und Knopflöchern, 5. ein getheilter Metallring mit entsprechender Einrichtung zum Festsetzen der Seile, 6. ein Metallring, zur Befestigung an dem Eimer.

Die Einrichtung, das Netz anzuknöpfen, ist nöthig, weil auf See die Netze zuweilen gewechselt und gewaschen werden müssen. Fig. VII zeigt diese Einrichtung im Durchschnitt. b ist die Fortsetzung des Barchentüberzuges; an diese ist ein mit Knopflöchern versehener Rand c angenäht, dazwischen wird der, durch ein leinenes, gleichfalls mit Knopflöchern versehenes Band verstärkte Rand des Netzes a eingeschoben und durch den Knopf d befestigt. Diese Einrichtung giebt einen vollständig dichten Verschluss. Die Netzwand hat eine Höhe l des abgestumpften Kegelmantels von 1,6 m und eine Fläche von etwa 3 qm.

Die Befestigung des Netzes an dem Eimer zeigt Fig. VIII. Das Gazenetz n wird mit seinem unteren Rande an einen Ring von Barchent P angenäht, dieser Ring wird an dem Rand des Eimers q auf den mit Riffeln versehenen Rothgussring r in der gezeichneten Lage befestigt. Von dem Ringe r gehen 6 Stifte aus, die den Barchentring durchbohren und seine Lage auch dann noch, wenn der Eimer von dem Netz abgenommen ist, sichern. Der Ring r wird auf den Eimer durch Schrauben, die man Tafel VI, Fig. 9 sieht, aufgeklemmt. Auf r ist noch der Ring s ein für allemal festgeschroben, er hält das weitmaschige Baumwollennetz m fest und trägt zugleich Ringe, an denen die Seile, die den Eimer tragen, befestigt werden.

Der Eimer besteht aus dem bereits erwähnten Ring A zur dichten Verbindung mit dem Netz, aus einem filtrirenden Mittelstück B und aus dem dichten Untertheil C von Eisenblech.

Es handelt sich darum, das Gazezeug nur durch Klemmung zu befestigen, denn jeder Nadelstich in dem Zeug macht eine so grosse Oeffnung, dass Verluste dadurch entstehen.

Ich habe verschiedene Einrichtungen versucht, von denen ich die jetzt zu beschreibende für alle Grössen der Eimer für die zweckmässigsten und billigsten halte.

Der Ring *A* trägt an drei Durchmessern die Schraube mit Mutter *a*, die zur Klemmung des hier mit Gabeln versehenen untersten Netzringes dient. Der Ring selbst ist 5 mm dick, trägt aber nach unten eine Verstärkung, die als Widerlage für den Halbring *b* dient. Die Halbringe sind 3 mm dick und werden durch 14 Schrauben gegen den Ring *A* angepresst, sobald das Netzzeug dazwischen gelegt ist. An zwei Stellen wird anstatt des Halbrings eine Schiene *c* angeschroben und zwar gegen die Metallleiste *d*. Hier liegen die freien Ränder des Cylindermantels, den das Zeug bildet, übereinander und schliessen natürlich unter den Leisten völlig dicht. An anderen Stellen stehen 6 Metallstangen *e*, die zur Verstärkung des Eimers und zum Schutz des Netzzeuges *f* dienen. An den Stellen, wo die Schrauben *d* durch das Netzzeug gehen, müssen vorher durch das Zeug Löcher, etwa mit heissem Schiefergriffel, gebrannt werden. Unten am Eimer wird das Zeug in derselben Weise wie oben befestigt.

Fig. IX.

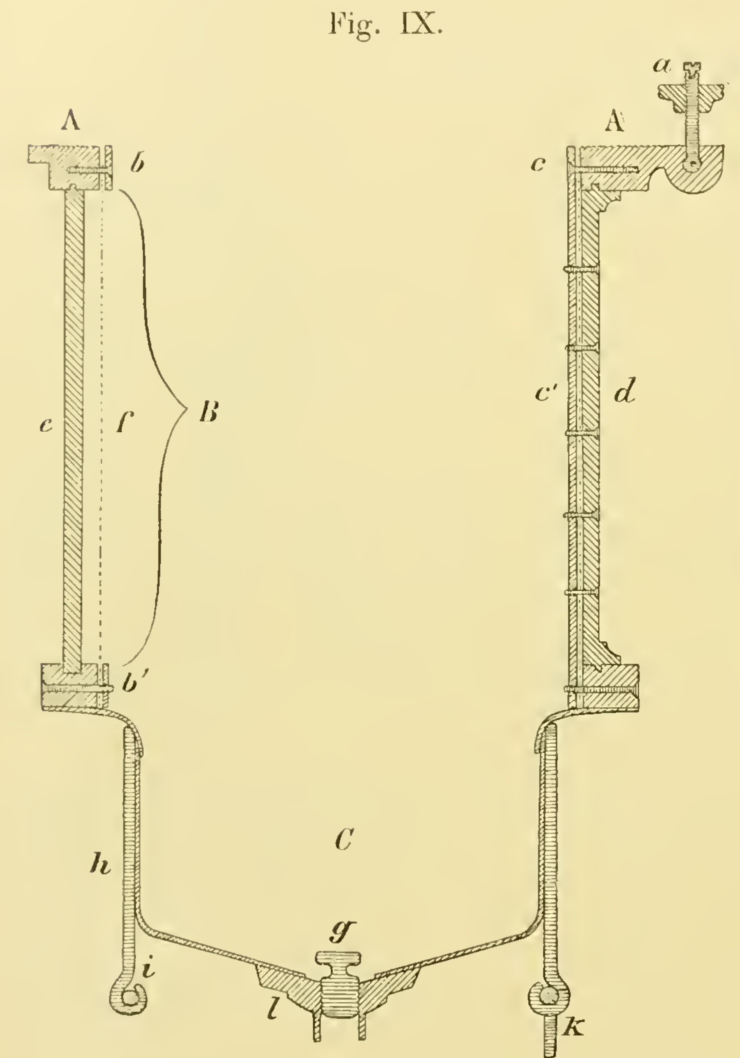


Fig. IX: Eimer des Planktonnetzes im Durchschnitt, aber der Durchschnitt liegt in einer Sehne nicht im Durchmesser, weil sonst links und rechts gleich aussehen würden. *A* der Ring zur Befestigung an das Netz, *B* Netztheil des Eimers, *C* blecherner Untertheil. *a* Schraube und Mutter zur Befestigung an gabelförmige Fortsätze des am Netz hängenden Ringes. *b*, *b'* Ringe zum Festklemmen des Netzzeuges, *c* Schiene, *d* Gegenschiene zur Klemmung des Netzzeuges, *e* Stange zur Verbindung des oberen und unteren Theils des Eimers, *f* Netzwand, *g* Hahn im Boden des Eimers in dem Messingstück *l*, das in ein Rohr ausläuft, sitzend, *h* eiserne Stange, *i* Ring, *k* Fuss am Ring.

Der dritte Theil des Eimers, *C* ist aus Blech, das gemalt werden muss. In dem Boden befindet sich ein eingeschrobener Hahn *g* um den Fang aus dem Eimer in ein untergestelltes Gefäss entleeren zu können. Soll das geschehen, so wird der Hahn herausgeschroben. Der Hahn sitzt in einem Verstärkungsring *l* von Messing. Er kann auch durch einen im Rohr angebrachten gewöhnlichen Hahn ersetzt werden, wie es Herr Dr. Apstein an seinen kleineren Netzen mit Vortheil ausgeführt hat.

Aussen an dem Blecheimer sind vier eiserne Stangen *h* angelöthet, die einen eisernen

Ring *i* tragen. An diesem Ring können im Bedarfsfall Gewichte angehängt werden, ausserdem trägt er kurze Füsse *k*, auf denen der Eimer steht. Die Kosten solchen Netzes betragen etwa 290 Mk.

Begründung der Einrichtung.

Der oben angebrachte dichte Kegel hatte ursprünglich den Zweck, das Netz bis auf den Grund herablassen zu können, ohne befürchten zu müssen, dass Schlamm hineinfliesse. Dazu genügt an den Küsten die gewählte Höhe überall, ob die Höhe in schlammigem Boden der Hochsee genügen wird, habe ich zu meinem grossen Bedauern nicht untersucht. Erst während ich dies schreibe, erkenne ich, dass man durch diese Einrichung am besten ein Urtheil darüber gewinnen könnte, wie weich der Boden dort ist oder wie tief das Netz dort einsinkt. Die Einrichtung ist ferner wichtig, um sowohl bei dem Ziehen als auch namentlich bei dem Aufholen des Netzes über Wasser ein Hinausspülen des Inhalts zu vermeiden. Endlich giebt sie die einzige praktische Möglichkeit, eine grosse Netzwand einer kleinen Eingangsöffnung gegenüber zu stellen. Das Netz etwa so lang zu machen, dass dadurch eine grosse Netzwand beschafft würde, geht aus praktischen Gründen nicht an und würde auch, wie wir später sehen würden, den beabsichtigten Nutzwerth nicht ergeben.

Die Netzwand muss durchaus glatt und abschüssig sein, damit der Fang, der sich auf sie legt, durch Bespülung von aussenher vollständig ab und in den Eimer hineingespült werden kann. Der Fang liegt zunächst, wie wir später sehen werden, an dem vordereu Rande des eigentlichen Netzes, wo er unter Umständen ziemlich hartnäckig liegen bleibt. Das äussere Netz stützt etwas das feine Netzzeug, vielleicht ist das entbehrlich, aber es bildet zugleich einen gewissen Schutz für die Behandlung des Netzes an Deck, und der ist unentbehrlich.

Das Zeug selbst ist seidene Müllergaze (sog. Cylindergaze, soie à blutoirs, Silk bolting cloth, Sete per buratti) der feinsten Art. Wie ich glaube, kommt kein anderes Zeug diesem Gewebe an Wirksamkeit gleich, es ist aber auch wohl kein filtrirendes Zeug so feinmaschig zu bekommen, als grade dieses. In allen anderen mir bekannten Zeugen kommen neben vielleicht feineren auch bisweilen gröbere Oeffnungen vor, keines filtrirt auch nur annähernd so gut, keins ist annähernd so stark, als dies Gewebe, dessen Fasern so hart sind, dass es uns nicht gelungen ist, von in Paraffin eingeschmolzenem Zeug annehmbare Durchschnitte mit dem Mikrotom zu gewinnen. Es ist mir nicht geglückt, einen so hohen Filtrationsdruck in dem Filtrationsapparat hervorzubringen, dass das Gewebe dabei einriss, einen Druck von 480 mm Quecksilber trug es ohne sichtlich nachzugeben. Will man, was wünschenswerth sein kann, ein noch dichteres Zeug haben, so braucht man nur eine doppelte Lage zu nehmen, freilich ist die Filtration dann auch bedeutend schlechter.

Von diesem Zeug giebt es 24 Abstufungen der Maschenweite, und diese Abstufung wird in recht engen Grenzen garantirt. Ausserdem wird noch eine sog. Griesgaze gewoben, ferner schwere und extra schwere Qualität und eine Schlagbeutelgaze; die Zeuge sind stärker, haben aber eine entsprechend geringere Lochfläche und werden einen zur Stärke unverhältnissmässig grossen Widerstand geben.

Ich gebe hier ein Verzeichniss der Müllergaze, prima Qualität von Jul. Keller in Zürich, St. Urbansgasse, die Preise stelle ich dabei, doch sind diese wechselnd:

Faden pr. cm	Nr.	100/102 cm Mk.	100/102 cm Pf.	Faden pr. cm	Nr.	100/102 cm Mk.	100/102 cm Pf.	Faden pr. cm	Nr.	100/102 cm Mk.	100/102 cm Pf.
7	0000	3	40	29½	6	4	60	59	15	8	60
9½	000	3	50	32½	7	4	85	62	16	9	60
11½	00	3	65	34	8	4	95	64	17	16	65
15½	0	3	90	38½	9	5	35	70	18	13	20
19½	1	4	05	40	10	5	95	74	19	15	—
22	2	4	20	46	11	6	55	78	20	17	—
23	3	4	30	50	12	7	15	83—84	Nr. 20 nach längerem Gebrauch auf der Expedition.		
24½	4	4	40	51	13	7	90				
26	5	4	50	55	14	8	30				

Es soll zwei Arten solcher Gewebe geben, die eine ist französische Gaze, ein Gewebe ohne durchschlungene Fäden, daher könnte es sein, dass deren feinste Sorte noch engmaschiger ist, als die schweizer engste Gaze. Leider habe ich mir keine Probe dieses Gewebes verschaffen können. Die andere Art, die in Vergrösserung Tafel VI, Fig. 2 dargestellt ist, zeichnet sich, wie man sieht, durch eine eigenthümliche Verschlingung der Fäden aus, die den Maschen eine grosse Dauerhaftigkeit giebt. Bei den feinsten Sorten Nr. 12 inclusive ist nur jeder zweite Einschlag gedreht, bei den gröberen Sorten, Fig. 3, zeigt jeder Einschlagsfaden die Umschlingung. Diese wird durch den sog. tour anglais bewirkt, einer eigenthümlichen Hin- und Herschiebung von Halbkämmen, auf die hier nicht eingegangen werden kann. Herr Professor Gaule hat mir freundlichst Näheres darüber mitgetheilt, doch hebe ich nur hervor, dass es in der Schweiz namentlich die Bauern des Appenzeller Landes sind, die die Weberei betreiben; das feinste Gewebe können nur mit ganz besonders guten Augen begabte, selten zu findende Personen weben. Sein Preis ist daher sehr hoch.

Ich habe über Netzzeuge manche Untersuchungen angestellt, hier will ich zunächst etwas über die Maschenweiten und Lochflächen mittheilen und zwar vergleichsweise auch von einem Zeug, das ich ganz im Anfang meiner Versuche verwendet habe, aber nicht empfehlen kann. Die Messungen wurden so ausgeführt, dass ich die Zeuge bei bestimmter Vergrösserung photographirte und dann die Löcher mit dem Polarplanimeter ausmass, bezw. mikroskopisch ihre sonstigen Dimensionen bestimmte. Die in letzter Zeit gemachten Messungen gebe ich zuerst, sie stimmen nicht genau mit einigen früher gemachten Bestimmungen überein, was theils an Verschiedenheit des Zeugs, theils an der grösseren Zahl von Messungen an den neueren Zeugen liegen mag.

Mit einer Ausnahme ist ungebrauchtes Zeug in Untersuchung gezogen. In diesem werden die Fäden durch die Appreturmasse, gekochte Stärke, sog. Kleister, eng zusammen gehalten. Nach längerem Gebrauch verschwindet diese Masse und die Kokonfäden weichen ein wenig auseinander. Es wird dadurch also die Grösse der Löcher etwas verringert, aber der Unterschied ist nicht erheblich.

Art des Zeugs	Gesammtfläche der Löcher pro qcm Zeug	Anzahl der Löcher pro qcm	Mittlere Fläche eines Lochs qcm	Seitenlänge des Lochs im Mittel cm
Müllergaze Nr. 0	0,46657	233	0,002002	0,04475
» » 3	0,4411	483	0,000914	0,0302
» » 4	0,4865	551	0,0008834	0,0297
» » 5	0,3816	720	0,0005314	0,02305
» » 6	0,3101	828	0,000374	0,01935
» » 9	0,321	1471	0,0002182	0,01477
» » 11	0,215	2417	0,0000889	0,00943
» » 15	0,1945	3324	0,0000585	0,00765
» » 18	0,2418	4324	0,0000559	0,00748
» » 19	0,2059	5448	0,00003779	0,006148
» » 20, typisch	0,1360	5882	0,00002312	0,004809
» » 20, der Expedition	0,14024	5918	0,00002368	0,004868
» » 20, dasselbe nach starkem Gebrauch	0,06505	6947	0,000009363	0,00306
Feine Baumwollengaze	0,2812	1900	0,00015	
Müllergaze Nr. 5, deutsches Zeug, ältere Messung	0,33819	763	0,0004418	0,021018
» » 20, » »	0,1682	5926	0,00002839	0,005328

Obige Zahlen sind wie folgt gefunden. Waren auf der photographirten und gemessenen Zeugfläche a die Anzahl von b Löchern mit einer Gesammtfläche c und war die lineare Vergrösserung d, so ist die Gesammtfläche der Löcher für die Maasseinheit, z. B. für 1 qcm, aus der Proportion $a : c = 1 : x$ zu finden, wo x die Gesammtfläche der Löcher angiebt. Die Anzahl der Löcher b' für den qcm ist

$$b' = \frac{d^2\, b}{a}.$$

Die Fläche des Lochs ist $\frac{x}{b'}$.

Die Messungen hätten vielleicht durch Ausschneiden und Wägen der betreffenden Papierstücke gemacht werden können, aber für die feineren Zeuge würde dies Verfahren ziemlich mühsam werden. Das Polarplanimeter gab 0,1, 0,2, 0,5, 1, 1,2, 8, 10 und 16 qmm als Noniuseinheiten. Diese Theilungen stimmten untereinander und auch absolut genau, wenn man den Durchschnitt aus 5 oder mehr Messungen nahm, nur die Theilung 0,1 scheint um 1 % zu kleine Werthe zu geben. Diesen Fehler habe ich nicht verrechnet, er trifft die Werthe von Zeug Nr. 19 und 20. Im Uebrigen wird die Gesammtfläche der Löcher ziemlich genau sein, weil sie, von anderen Messungen unabhängig, nur von den Planimetermessungen abhängt. Für die Anzahl der Löcher kommt noch die Vergrösserung und deren Fehler (es wurde eine Projektionslinse von Zeiss verwendet) und die Veränderung der Platte und des Papiers bei der Entwicklung in Betracht, diese Bestimmungen werden daher weniger genau sein können.

Ich glaube, dass meine Versuche über diese Zeuge nebenher von physikalischem und physiologischem Interesse sind, weil man sonst mit so feinen Poren nicht experimentirt zu haben scheint. Zur Fortsetzung dieser Versuche behufs physikalischer Feststellungen dürften Drahtgeflechte sich besser eignen, als diese Zeuge, immerhin sind die hier gegebenen Zahlen

als Anfänge solcher Arbeit zu betrachten. Ich bemerke daher, dass meine Maasseinheit ein Stahlmeter von einem Meierstein'schen Kathetometer ist, dessen Länge zu — 0,125 mm bestimmt ist. Temperaturreduktionen habe ich nicht gemacht, weil sich zeigte, dass sie die Mühe nicht lohnten.

Bezüglich der Messungen der Lochflächen ist im Allgemeinen zu sagen, dass die Verengerung, die durch die, meistens sehr sparsam aufgetragene, Appreturmasse hervorgerufen wird, sich bei den Filtrationsversuchen nicht abschwemmt, daher bei der Messung berücksichtigt werden muss. Bei Nr. 3, 4 und 11 habe ich diese Maasse nicht berücksichtigt, die Löcher würden also ein wenig enger anzusetzen sein, als oben angegeben, doch ist der Unterschied nicht erheblich. Nr. 11 ist nach der Anzahl der Löcher richtiger als Nr. 12 des Verzeichnisses zu bezeichnen.

Die Zahl der Löcher lässt sich annähernd aus der Zahl der Fäden berechnen, am besten stimmen diese Zahlen, wenn man sie durch den Ausdruck $(n - 0,5)^2$ bestimmt.

Die Lochfläche pro qcm nimmt nicht proportional der Fläche eines Lochs zu. Nr. 0 hat pro qcm nur eine Fadenlänge von 31 cm, während Nr. 20 156 cm Fadenlänge hat. Es fallen also für Nr. 0 125 cm Fadenlänge pro qcm aus. Da die 156 cm eine Fläche von $1 - 0,14 = 0,86$ qcm bedecken, so entspricht obigen 31 cm eine Fläche von 0,17 qcm; die Lochfläche müsste dann bei Nr. 0 0,83 qcm betragen, ist aber doch nur zu 0,467 qcm gefunden worden. Die Fäden in 0 sind also erheblich dicker genommen, als in 20, in letzterem Zeug zähle ich 6 bis 7 Kokonfäden pro Faden, in 0 wenigstens 28 Kokonfäden. Webte man das gröbere Zeug mit Fäden von Nr. 20, so würde die Filtrationsfähigkeit sehr bedeutend wachsen, aber das Zeug wäre zerreisslicher, auch würden die Maschen nicht so fest geformt bleiben, wie sie es jetzt sind.

Die Messungen sind mit Hilfe einer 54,89 fachen linearen Vergrösserung gemacht worden. Nr. 0 hätte regelmässiger gewebt sein können, ich habe nur 14 Löcher gemessen.

Nr. 5 hatte unter 43 Löchern nur eins, das um 25 % vom Mittel abwich, über 10 % vom Mittel wichen in Summa 18 Löcher (also 42 unter 100) ab. Das deutsche Zeug hat ziemlich erheblich andere Dimensionen gehabt.

Von Nr. 9 habe ich 63 Löcher gemessen, eine Abweichung von über 40 % kam nur einmal vor, 34 Löcher (54 vom 100) wichen über 10 % vom Mittel ab.

Von Nr. 19 wurden 86 Löcher gemessen, eins wich 66 % vom Mittel ab, 73 von 100 hatten eine um mehr als 10 % vom Mittel verschiedene Grösse. Die ältere Messung (**9**) dieses Zeuges zeigt eine auffallend geringe Zahl von Löchern und deshalb auch eine kleine Lochfläche. Ich glaube bestimmt, dass ich die Zahl der Löcher hier zu klein gefunden habe, ich kann aber die Rechnung nicht revidiren.

Weil die Messungen von Nr. 20 nicht recht befriedigend übereinstimmten, habe ich mir noch eine Probe dieses Zeuges, die völlig typisch sein sollte, erbeten. Davon habe ich nur 50 Löcher gemessen, doch stimmt das Resultat mit der später zu gebenden Filtrationstabelle dieses typischen Zeuges, das etwas weniger durchlässig ist als das Planktonzeug, gut überein. Die Löcher sind zwar nur unbedeutend kleiner, aber ihre Zahl ist gering, die Fäden

sind also ein wenig dicker. Die Aehnlichkeit selbst der feinsten Zeuge ist für praktische Zwecke gross genug, aber man muss doch darauf achten, wie die Lieferungsbedingungen innegehalten sind.

Von Nr. 20 der Expedition wurden 121 Löcher gemessen. Es kamen 3 Löcher mit mehr als doppelter Grösse des Mittels vor, 86 % aller Löcher wichen um mehr als 40 % von der mittleren Grösse ab. Das Zeug ist also schon ziemlich unregelmässig, weil kleine Verdickungen und Verlagerungen der Fäden erhebliche Veränderungen in der so kleinen Lochgrösse bewirken. Das früher benutzte Zeug Nr. 20 hatte etwas grössere Dimensionen der Löcher und der Lochfläche und entsprechend grössere Durchlässigkeit, doch ist der Unterschied nicht sehr erheblich.

Nach langem Gebrauch auf der Expedition und nach mehrjährigem Liegen finde ich die Dimensionen des Expeditionszeugs verändert, die Länge der Fäden hat um 8 % abgenommen und dabei haben sie sich entsprechend verdickt. Das wirkt auf die Löcher gerade des so feinporigen Zeuges, wie man sieht, ganz bedeutend zurück. Ich habe 140 Löcher gemessen. Jedes Loch wurde viermal umfahren, das Planimeter gab 0,1 qmm als Noniuseinheit. 3 Löcher waren etwas mehr als doppelt das Mittel, über 40 % vom Mittel abweichend fanden sich 103 Löcher, also 73 %. Das Zeug war somit etwas regelmässiger geworden, als es vor dem Gebrauch war. Die Lochflächen sind von so grosser Kleinheit, dass nicht viele Organismen durch sie haben hindurch gehen können. Unter 400 Löchern waren 10 bis zu etwa $^1/_3$ durch anhängende Fangmasse verengt, keins war ganz obliterirt. Ich hatte eine viel erheblichere Verlegung durch festklebenden Fang erwartet.

Die Schrumpfung des Netzes zu finden hatte ich nicht erwartet, weil ich auf dem Ocean fand, dass ein neu eingehängtes Netz nicht besser fing, als ein oft gebrauchtes. Man würde das Eintreten einer Schrumpfung durch Messung der Länge des Netzes kontrolliren können, was ich nicht gethan habe. Das feuchte geschrumpfte Netz erweist sich als etwas dehnbarer, als das frische Netzzeug, diese Dehnung gleicht aber bei weitem nicht den Verlust an Maschenweite aus, wie die Filtrationskurven deutlich genug zeigen. Es ist möglich, dass das Zeug durch Versenkung in grosse Tiefen zum Schrumpfen gebracht wird, aber das Zeug Nr. 19 vom Schliessnetz zeigt die Schrumpfung nicht deutlich. Durch die Schrumpfung wird die Bestimmung des absoluten Inhalts des Meeres an Plankton innerhalb etwas weiterer Grenzen unsicher, als es sonst der Fall sein würde; diese Sache wird weiter unten näher festgestellt. Für erneute Expeditionen muss ich empfehlen Zeug Nr. 19 zu nehmen, dies hat den Vortheil, bedeutend regelmässiger zu sein und wird, sobald es wirklich geschrumpft ist, wohl die Lochgrösse von Nr. 20 annehmen, bei weit grösserer Regelmässigkeit. Das würde dann ein vorzügliches Material sein, aber ich selbst kann darüber keine Erfahrungen beibringen, weil ich auffallender Weise in diesem Zeug keine Schrumpfung finde. Löcher im Netz können durch Verkleben des völlig trockenen Zeuges mit Lösung von Guttapercha geschlossen werden.

Bezüglich des Eimers ist es klar, dass man den Fang nur in den Eimer hineinbringen kann, entweder, wenn man das Netzzeug in einem etwa halbleeren Eimer ausspült und auswäscht, wobei freilich immer wieder Bestandtheile des Fangs in den Falten des Zeuges sitzen bleiben

werden, oder wenn man einen selbst filtrirenden Eimer hat. Einen dichten Eimer anzuhängen, ist physikalisch ein Unding, sodass ich darüber kein Wort weiter verliere. An der Netzwand solchen filtrirenden Eimers hängen sich auch Bestandtheile des Fangs an, aber wenn man so viel Wasser abfiltrirt hat, dass der dichte Untersatz nur noch halb voll von Wasser ist, kann man die an der Netzwand anhaftenden Massen leicht mit Hilfe einer Giesskanne in den dichten Theil des Eimers hinunter spülen und dann ist der ganze Fang in etwas Wasser suspendirt zum Auslaufen fertig und in möglichst schonender Weise vollständig vereint.

Wie viel Wasser wird von einem gegebenen Netz filtrirt?

Bei unseren Netzen handelt es sich meistens darum, dass sie möglichst viel fangen, aber auch darum, dass sie schonend fangen und dass sie Alles fangen, was man haben will. Für relative Messungen kann bei Vertikalfängen häufig die Vergleichung dessen, was mit demselben Netz hier und dort gefangen worden ist, genügen, aber doch nicht ganz, denn es ist nicht einerlei für die Grösse des Fangs, ob rasch oder langsam gezogen wurde, ob viel oder wenig Fang das Netz belegt, wenigstens für die bisher üblichen Netze, endlich müssen — doch das ist selbstverständlich — die durchzogenen Strecken gleich gross sein. Die absolute Grösse des Filtrats wird bekannt sein müssen, einestheils, wenn die Fänge verschiedener Netze mit einander verglichen werden sollen, andererseits, wenn man eine Vorstellung über die absolute Menge der Organismen im Wasser gewinnen will. Bisher ist die Frage, welche Wassermengen von unseren Netzen je nach ihrer Form, nach ihrem Stoff, ihrer Flächenausdehnung und ihrer Zuggeschwindigkeit filtrirt werden, allein von mir ins Auge gefasst worden. Das Folgende wird ergeben, dass diese Bestimmungen nicht nur unerlässlich, sondern auch lehrreich sind. Es ist ein Glück, dass in Folge der grossen Regelmässigkeit der Müllergaze die betreffenden Bestimmungen so allgemeingiltig gemacht werden können, dass man in der Praxis nur äussersten Falls einmal eine kleine Rechnung auszuführen hat, um die Leistungen seines Netzes genau bemessen zu können. Freilich sind die dafür grundlegenden Bestimmungen nicht so kurz abzumachen. Eine streng mathematische Behandlung des Problems, die ich zu gewinnen versucht habe, wird zu allgemein und fördert daher nicht erheblich, ich habe daher den experimentellen Weg eingeschlagen, um zum Ziele zu kommen.

Früher (**9**) ging ich davon aus, dass man statt der thatsächlich geschehenen Vorwärtsbewegung des Netzes ein ruhig stehendes Netz in laufendem Wasserstrom substituiren könne, dabei bin ich zu einer Grösse D gekommen, die den Druck, der dem bewegten Wasser äquivalent ist, ausdrücken soll, aber diese Grösse ist unnöthig und wohl auch unrichtig verwendet, weil das Wasser thatsächlich nicht in positiver Richtung, sondern in negativer Richtung, d. h. vor dem Netz wegströmt, da es zum Theil von diesem verdrängt wird.

Sei v die Geschwindigkeit in cm in der Zeiteinheit, also in der Sekunde, m die Anzahl der Centimeter, die das Netz durchläuft, also für Vertikalnetze die Tiefe, von der aus gezogen wird, sei n die Anzahl der Sekunden, die der Zug dauert, so ist die Menge Wassers, die die Eingangsöffnung O passirt $= O\,n\,v$, oder auch $= O\,m$, wenn der Ring ohne anhängendes Netz durch das Wasser gezogen würde mit der Geschwindigkeit v und aus der Tiefe m. Nach dem

Torricelli'schen Theorem (also im Wesentlichen nach dem Fallgesetz), wäre der Druck s, dem die Geschwindigkeit äquivalent ist:

$$s = \frac{v^2}{2g} \quad (1.)$$

wo $2g = 1961{,}8$ cm genommen werden kann.

Sobald an dem Ring ein Netz hängt, kann das Wasser nicht mehr frei durch den Netzeingang treten, sondern das Netz giebt einen Widerstand, unter dessen Wirkung ein Theil des vor der Mündung befindlichen Wassers seitlich abweicht. Unsere Aufgabe besteht darin, zu bestimmen, wie viel Wasser unter diesen neuen Bedingungen noch in den Eingang hinein kommt, oder, was dasselbe ist, wie gross der Druck d ist, der sich dem Eindringen des Wassers widersetzt.

Es muss genau die gleiche Menge Wassers durch den Eingang eintreten, wie gleichzeitig durch die Netzwand filtrirt, eine konstante Zuggeschwindigkeit vorausgesetzt. Es ist also, wenn ich mich dieser bequemen und bezeichnenden Ausdrücke bedienen darf:

Einstrom = Ausstrom.

Wenn in der Netzöffnung ein Druck $= d$ steht, so wird der Einstrom nicht mehr $= O\, v_{(s)}$ sein, wo dieser Ausdruck bedeuten möge, dass v die Zuggeschwindigkeit sei, zu der nach (1) der Druck s gehört, sondern es wird sein:

$$\text{Einstrom} = O\, v_{(s-d)} \quad (2.)$$

$$v_{(s-d)} = \sqrt{2g\,(s-d)} \quad (2\,\text{a.}).$$

Ich gehe hier davon aus, dass der Gegendruck d, der im Eingang des Netzes steht, sich auch überall im Netz vorfinde. Diese Annahme ist nur eine vorläufige, denn sie trifft nicht völlig zu. Für ein cylindrisches Netz, mit festem Boden, wie es weiterhin in Fig. X skizzirt ist, ergiebt sich, dass Ausstrom $= N\, w_{(d)}$ sein muss, wo N die filtrirende Fläche in Quadratcentimetern und w die Menge des Filtrats per qcm bei dem Druck d ist.

Die Gleichung zwischen Einstrom und Ausstrom lautet also für das cylindrische Netz:

$$O\, v_{(s-d)} = N\, w_{(d)} \quad (3.).$$

In dieser Gleichung sind bekannt O, N und s, dagegen unbekannt d und w. d und w sind aber von einander abhängig, wir können daher, da s aus dem Fallgesetz bestimmbar ist, die Gleichung auflösen, sobald wir dies Abhängigkeitsverhältniss kennen.

Diese Abhängigkeit ist für eine Reihe von Zeugen in den nachfolgenden Tabellen gegeben. Aus diesen Tabellen liesse sich eine Formel berechnen, die lauten würde:

$$d = k\frac{v^2}{2g}$$

entsprechend der Formel, die in den Lehrbüchern der Physik für das Ausströmen von Flüssigkeiten aus Oeffnungen gegeben wird, aber leider ist k nicht eine Konstante, wie dort gesagt wird, sondern der Ausdruck wächst sehr erheblich mit dem Druck und erfordert für sich eine besondere Formel, deren Gebrauch unbequem sein würde, und die jedenfalls zur Zeit nicht gegeben werden kann.

Es handelt sich in unserem Fall nicht um das Ausströmen von Flüssigkeiten in Luft, sondern in Wasser; während das Ausströmen in Luft aus dem feinen Netzzeug bei erheblichem Druck, z. B. für Zeug Nr. 20 bei 40 cm Wasserdruck noch nicht eintritt, habe ich für das Ausströmen in Wasser nicht beobachten können, dass bei einem noch so kleinen Druckwerth das Ausströmen aufhörte.

Auf meine Versuche zur Bestimmung der Abhängigkeit zwischen Filtration, Druck und Art des Zeuges muss ich etwas ausführlicher eingehen, theils weil man nicht leicht in die Lage kommen wird, sie zu wiederholen, theils weil sie erst in die Theorie der feinmaschigen Netze einführen und von ihnen aus der Weg weiter führen kann. Die Versuche sind mühsam und erfordern einen grossen Apparat, ausserdem stellen sich ihnen besondere Schwierigkeiten entgegen. Könnte man, ähnlich wie bei den Versuchen über das Ausströmen aus grossen Oeffnungen, den Strom beliebig lange Zeit beobachten, so würden die Versuche noch ziemlich leicht sein, das geht aber nicht an. Man müsste schon mit entgastem und filtrirtem Wasser arbeiten, aber das ist nicht möglich, weil die Netzflächen nicht ganz klein genommen werden dürfen, sondern recht grosse Wassermengen verbraucht werden müssen. Es setzen sich in den Röhren und vor allem in dem Netzzeug selbst Luftblasen an, bei langsamen Strömen namentlich innen, bei raschen Strömen aussen, und diese Blasen verstopfen das Zeug sehr merklich. Man darf immer nur höchstens einige Minuten lang strömen lassen und muss nach jedem Versuch die Zeugfläche wieder reinigen. Das Wasser muss, ehe es durch die zu prüfende Netzfläche geht, mehrfach durch Gaze Nr. 20 filtriren, dadurch wird es von allen Staubtheilchen gereinigt und zum Theil entgast, aber nicht so ausreichend, um nicht doch noch an dem Netzzeug, namentlich wenn dasselbe eng ist, Luft abzusetzen. Oft genug erhält man bei Wiederholung der Versuche absolut dieselben Werthe, aber dann können sich doch wieder Abweichungen von 1 und selbst 3, und bei sehr schwachem Druck von noch mehr Procenten, einstellen. Man könnte daran denken, diesen Fehler durch ununterbrochene Fortführung des Versuches und fraktionirte Messungen fortzuschaffen, aber dafür geschicht die Luftansammlung nicht gleichmässig genug, weil die Blasen, sobald sie gross geworden sind, fortgerissen werden, ausserdem wäre solches Verfahren für den praktisch vorliegenden Zweck zu zeitraubend. Das Wasser soll wärmer sein als der Apparat.

Zunächst will ich den Apparat, Tafel V, besprechen. Von einem Hochreservoir auf dem Boden des physiologischen Instituts, das etwa 9 Kubikmeter Wasser enthält, dessen Niveau also für die Dauer eines Versuches, während dessen höchstens 6 Liter Wasser abfliessen, als genau konstant angesehen werden kann, fliesst das Wasser durch besondere Rohrleitung zu dem Hahn *A*, von diesem geht es mittelst eines umwickelten Kautschukschlauchs zu dem Filtrirapparat *B*. Die Einrichtung dieses Apparats zeigt die Fig. 2; die beiden mit Einlassröhren *k* versehenen Messinghülsen *F* sind durch Schrauben *g* auf einander gepresst, die dicht schliessenden Stöpsel *i* dienen dazu, etwa sich ansammelnde Luft zu entfernen. Zwischen den Hülsen liegt die filtrirende Scheidewand *h* aus Gaze Nr. 20. Von dort geht der Strom zu dem starken, tubulirten Glasgefäss *C*, in das das Rohr mittelst einer Hülse aus Gaze einmündet. Das Gefäss enthält etwas Luft, um etwa eintretende Stösse auszugleichen, auch sammelt sich hier die an dem Zeug entwickelte Luft an. Von diesem Gefäss geht der Schlauch weiter und

theilt sich bei *D*. Sein einer Arm geht zu dem Regulirhahn *E*, von dem Fig. 3 einen etwas verkleinerten Durchschnitt giebt. Das Wasser tritt, so wie es die Pfeile anzeigen, in den Hahn. Durch den Stempel *C*, der aus über einander gelagerten Kork- und Metallscheiben besteht, und der durch Anziehen der Schrauben *d* genügend verdickt werden kann, wird das Seitenrohr nach Erfordern verengt, wenn man die Regulirschraube *F* vorwärts oder rückwärts dreht. Man kann also nach Bedarf mehr oder weniger Wasser aus dem Rohr *F*, Fig. 1, abströmen lassen, was nöthig ist, um den Druck während der Beobachtung auf konstanter Höhe zu erhalten. Von *d* aus geht das zweite Rohr zu dem tubulirten Messingapparat *G*, dessen Durchschnitt im Wesentlichen in Fig. 4 gegeben ist. An dem offenen Ende dieses Rohrs wird das zu untersuchende Zeug *e* eingespannt, und zwar mit Hilfe zweier Messingplatten (Fig. 6) mit genau gebohrter, runder Oeffnung. Diese Platten werden gegen einen Deckel *c* angeschraubt und dieser Deckel bewegt sich an einem Charnier. Er wird mit Hilfe der Kopfschraube *g* gegen eine Kautschukplatte *b* fest angeschraubt, dann ist das Rohr *L* dicht geschlossen und das Wasser kann nur durch das Zeug entweichen. Die Möglichkeit, den Verschluss leicht öffnen zu können, wird erfordert, weil das Zeug nach jedem Versuch mit einem Schwamm gereinigt werden muss. In den zuführenden Schlauch ist bei *b* ein Glasrohr eingefügt worden, um von hier aus etwa entwickelte Luft entleeren zu können. Von dem zweiten Tubus des Apparats *G* geht ein Rohr zu dem Manometer *H*, das gleichfalls zur Entleerung etwa entwickelter Luft mit einem T-Stück und Auslass versehen ist. Das Manometer ist U-förmig gezeichnet; in der Regel hatte ich ein grades Manometerrohr mit eingeschaltet, nur für die Versuche mit hohem Druck und Quecksilbersäule gebrauchte ich das U-förmige Rohr.

Der ganze Filtrirapparat steht in einer Wanne *J*, 9 cm breit, 31 cm lang, über deren Rand das Wasser abfliesst und zwar in die geeignet geformte Blechwanne *K*, von wo das Wasser aus einem Tubulus *L* in das Messgefäss *M* abläuft. Das Auffangen geschieht so, dass das Messgefäss bis zum Anfang des Versuches mit einer umgekehrten Porzellanschale bedeckt ist, die im Moment des Beginns des Versuches fortgezogen, im Augenblick des Schlusses des Versuches wieder darüber gedeckt wird, was sich mit grosser Präcision machen lässt.

Der ganze Apparat steht auf einer flachen Blechwanne, die das Wasser in einen Wasserabfluss hinüber leitet. Der auf der Figur nicht mitgezeichnete Tisch steht unmittelbar auf dem Gewölbe, also ziemlich frei von Erschütterung. Die Ablesung am Manometer ist meistens einfach mit einem Fernrohr gemacht worden. Gleichzeitig muss das Niveau in der Wanne gemessen werden, was stets mit Hilfe eines stark vergrössernden Ophthalmometers geschehen ist. Um dies Niveau zu bestimmen, habe ich Vieles versucht und bin zuletzt bei dem von Herrn Dr. Klein erfundenen Apparat, Fig. 1 N, der in Fig. 5 besonders abgebildet worden ist, stehen geblieben. Ein Doppelschwimmer ist an den aus Messingdraht geformten Rahmen *b* durch locker gespannte Kokonfäden *c* befestigt, sodass er sich frei heben und senken kann, aber nur geringe Seitwärtsbewegungen und Drehungen auszuführen vermag. Er trägt die Elfenbeinplatte *d*. Auf dem Rahmen, der mit Füsschen auf der Wand der Wanne aufsitzt, liegt eine mit Hilfe der Klemme *e* verschiebbare Brücke *f*, die einen Korken trägt, durch den ein mit Gewinde versehener Stab hindurch geht. Dieser Stab trägt unten die Elfenbeinplatte *i*, die annähernd lothrecht über der Platte des Schwimmers

steht. Der Abstand zwischen *d* und *i* würde, sobald es auf grosse Genauigkeit, z. B. für die Bestimmung des Nullpunkts ankommt, vielleicht besser durch Einstellung auf Löcher in den Platten, also ein Loch in *i*, das in die Mitte zwischen zwei Löchern in *d* zu stellen ist, geschehen. Ich habe das nicht versucht.

Man könnte meiner Einrichtung vorwerfen wollen, dass das Manometerrohr nicht direkt auf dem Filtrirapparat aufsitze, aber in diesem Fall ist es nicht möglich, den Nullpunkt genau genug zu bestimmen, weil sich aussen um das Rohr ein Meniskus in die Höhe zieht, der die Ablesung verhindert. Einen Schwimmer im Rohr anzubringen, ist nicht rathsam, weil dieser nicht ganz zuverlässige Lesungen geben würde, und es doch für unsere Zwecke wünschenswerth ist, bis auf 0,1 mm genaue Ablesungen mindestens zu erstreben, wenn dies Ziel auch nicht ganz erreicht wird.

Ein anderer Fehler haftet dem Apparat dagegen wirklich an. Ich habe das allgemein übliche Verfahren eingeschlagen, den Druck durch Ueberlaufen des Wassers konstant zu erhalten. Für das Zuführungsgefäss habe ich davon bald abgesehen, denn der Druck in solchem Gefäss ist je nach der Stärke des Zuflusses recht ungleich und ausserdem schwankt er fortwährend, weil der Abfluss über den Rand unter Wellenbildung vor sich geht. Nur für ganz geringen Druck habe ich eine solche Einrichtung gebrauchen müssen. Dagegen habe ich den Abfluss durch Ueberlaufen aus dem grossen Gefäss beibehalten, weil es praktisch nur auf so kleine Strömungsgeschwindigkeiten ankommt, dass das Ueberlaufen sehr ruhig und durch den Schwimmer in seinem Druckeffekt kontrollirbar erfolgt. Sobald etwas starker Druck von 30 cm Wasser oder mehr angewendet wird, treten Fehler in der Niveaubestimmung ein, der Schwimmer hebt sich nicht mehr regelmässig, kommt auch noch dazu in starke Schwankungen, bei noch stärkerem Druck aber sinkt der Schwimmer wieder ganz beträchtlich, weil durch den starken Strom vor der filtrirenden Netzöffnung das Wasser hinten in dem Behälter mit fortgerissen, gleichsam evacuirt wird. Die Lesungen geben daher einen um mehrere cm Wasser zu hohen Druck für so sehr starke Ausströmungsgeschwindigkeiten an. Für genauere Versuche bei hohem Druck, die von theoretischem Interesse sein würden, müsste durch einen Hahn an der Wanne dafür gesorgt werden, dass ebensoviel Wasser durch diesen hinausgezogen wird, wie aus dem Netzzeug hineinfiltrirt, in anderen Worten, es müsste durch entsprechende Oeffnung des Hahns dafür gesorgt werden, dass der Schwimmer auf konstanter Höhe bleibe und an der Oberfläche keinerlei Wellen entstehen. Es würde in solchem Fall der Strom ausserhalb der Netzfläche auf keinen Widerstand stossen und keine Arbeit zu leisten haben. Ich habe den Versuch gemacht, mit Hebern fast alles ausströmende Wasser abzuziehen, bekomme dabei aber auffallender Weise keine sehr merkliche Verbesserung des Ausflusses. Der Druck fällt bei den vergleichenden Versuchen etwas verschieden aus, weil das Niveau sich unter der Wirkung des Hebers anders einstellt, aber die Unterschiede treten doch genügend deutlich hervor, wenn man den durch so kleine Druckunterschiede nicht beeinflussten Koefficienten »*k*« berechnet. Für eine Oeffnung von 3,263 mm Durchmesser, die aussen eine gerade Fläche hatte, von Innen her konisch gebohrt war, also wie Fig. 6 auf Tafel V, ergab sich das folgende Verhalten:

Druck in cm	k ohne Heber	Druck in cm	k mit Heber	Druck in cm	k ohne Heber	Druck in cm	k mit Heber
66,33	0,73352	66,42	0,73398	36,35	0,73628	36,41	0,73554
56,33	0,73395	56,43	0,73566	26,34	0,73798	26,42	0,73595
46,32	0,73691	46,45	0,73947	Mittel:	0,73573		0,73612

Es ergiebt sich also, wie zu erwarten stand, eine Hebung des Koefficienten »k« wenn der Heber wirkte, aber diese ist sehr klein und tritt nur bei den grösseren Stromgeschwindigkeiten hervor, bei den geringeren Druckwerthen wird sie völlig durch die Beobachtungsfehler verdeckt und, wohl zufällig, ganz überkompensirt. Es scheint, dass die Zugwirkung der über den Rand fliessenden Wassersäule, die gleichfalls eine Art Heber bildet, schon vollständig den Trägheitswiderstand der vorliegenden Wassermasse überwindet.

An solchen Versuchen haftet der für die besonders interessirenden niederen Druckwerthe recht störende Fehler, dass der Nullpunkt inkonstant ist und wohl sogar während des Versuchs seine Lage ändert. Der Punkt muss daher oft bestimmt werden. Diese Bestimmung geschieht so, dass nach dem Aufhören, resp. dem Unterbrechen jedes Zu- und Abflusses, einerseits die Entfernung der Schwimmerplatte d von der festen Elfenbeinplatte i über der Wanne, andererseits der Stand des Wassers in dem Manometerrohr bestimmt wird. Bei dem nachfolgenden Beispiel der Inkonstanz des Niveaus war bei 11,0 mm im Manometerrohr die Platte des Schwimmers 6,898 mm von der festen Platte entfernt. Sie musste also bei der Lesung 12 mm im Manometer nur 5,898, bei 13 mm 4,898 von der festen Platte abstehen, oder in anderen Worten, die Summe beider Stände musste immer = 17,898 (richtiger wohl 17,897) sein. Wurde bei erneuten Bestimmungen ein anderer Werth gefunden, so konnte das nur von Fehlern irgendwelcher Art herrühren. Es zeigte sich also der genannte Stand von 11 und 6,898 mm, nachdem das Wasser eine Stunde lang äusserst langsam abgeflossen war. Die eingehendere Bestimmung des Nullpunktes durch Zugiessen und Abziehen von Wasser ergab folgende Zahlen:

Stand im Manometer	Abstand des Schwimmers von der festen Platte	Fehler am Nullpunkt	Stand im Manometer	Abstand des Schwimmers von der festen Platte	Fehler am Nullpunkt
12	5,971	+ 0,074	14	3,853	— 0,045
13	4,835	— 0,063	13	4,892	— 0,006
14	3,890	— 0,008	12	6,001	+ 0,103
15	2,853	— 0,045	Für 11 also	6,897, mittlerer	Fehler ± 0,061 mm.

Jetzt wurde ein rascher Wasserstrom durch den Apparat getrieben und es wurde von Neuem der Nullpunkt mit nachfolgendem Ergebniss bestimmt:

Stand im Manomet. mm	Stand des Schwimmers mm	Fehler am Nullpunkt mm	Stand im Manomet. mm	Stand des Schwimmers mm	Fehler am Nullpunkt mm
15,00	3,40	+ 0,007	14,00	4,278	— 0,115
14,00	4,40	+ 0,007	15,00	3,336	— 0,057
13,00	5,551	+ 0,158	Für 11	7,393, mittlerer	Fehler ± 0,0904

Der Nullpunkt war hier also für 11 mm am Manometer im Niveau der Wanne 7,393 mm. Vorher war er 6,898 mm, lag also jetzt um 0,5 mm tiefer. Am folgenden Tage, also nach langer Ruhe, war der Stand 15,0 zu 3,255 und 14,0 zu 4,22 im Niveau, es war also der Nullpunkt wieder ein wenig höher gelegen.

Der mittlere Fehler ist grösser, als er nach der Genauigkeit der Ablesung hätte sein dürfen, denn das Ophthalmometer gab die Werthe genau bis 0,01 mm und in dem Manometerrohr von 18 mm innerem Durchmesser wurde der Stand mittelst Tangirung eines Theilstrichs bestimmt. Es müssen Aenderungen des Meniscus stattgefunden haben. Der Fehler der Ablesungen ist immerhin so klein, dass von einem Irrthum in Bezug auf die Verschiebung des Nullpunktes nicht die Rede sein kann, meine Filtrationsversuche bei möglichst geringem Druck bezeugten überdies bald genug, dass der Nullpunkt veränderlich sein müsse.

Die Ursache dieser Veränderlichkeit habe ich nicht ganz sicher ermitteln können. Ich dachte daran, dass vielleicht eine Kalkausscheidung aus dem recht harten Wasser die Oberflächenspannung verändern könne, aber davon war nichts zu bemerken. Es erschien auch denkbar, dass von dem Rande des Gefässes aus sich eine Fett- oder Kalkseifenhaut auf dem Wasser ausbreiten könne, denn eine gewisse Fettigkeit des Randes ist kaum zu vermeiden, auch wurde bei späteren Versuchen der Rand theilweise direkt gefettet. Eine solche Schicht wurde nicht sichtbar, auch würde sie sehr viel rascher entstanden sein, als sich die Depression thatsächlich herstellte. Ich glaube, dass es sich um die Entwicklung einer elektrischen Spannung handeln muss. An dem Filtrirapparat sitzt eine eiserne Schraube zum Schliessen der Platte mit dem Netzzeug, diese rostet stark und überzieht sich allmählich mit Rost, der durch den Strom wieder abgespült wird und bei langer Ruhe allmählich die metallische Fläche zudeckt. Eine metallische Verbindung des isolirt stehenden Apparats mit der eisernen Wand der Wanne verändert in der That den Nullpunkt etwas, aber doch nicht erheblich. Ich habe die Sache nicht weiter verfolgt, sondern erwähne sie nur, um auf diese Fehlerquelle bei niederem Druck aufmerksam zu machen. Ich habe mir dadurch geholfen, dass ich bei geringem Druck eine grosse Oeffnung nahm, wo der Strom so rasch läuft, dass die Aenderung des Meniscus nur wenig gross werden kann. Ich hätte andernfalls den Apparat anders konstruiren müssen, was zu weit von meinen Zwecken abgeführt haben würde.

Es ergiebt sich, dass ähnlich, wie bei den Versuchen über das Ausströmen in die Luft, die Form der Oeffnung von Einfluss auf das ausfliessende Volumen ist. Wenn die konische Bohrung des Lochs aussen liegt, wird der Koefficient k stärker herabgesetzt, als wenn sie innen liegt, am günstigsten ist der Koefficient, wenn von beiden Seiten die Oeffnung konisch ist, also wenn sie so beschaffen ist, wie die Fig. 4, Tafel V es zeigt.

Bei dem Ausströmen in Luft ist der Koefficient k zu 0,64 gefunden worden, bei dem Ausströmen unter Wasser von wenigen cm Höhe ist er schon bei geringem Druck erheblich höher, bei sehr schwachem Druck viel niedriger. Für Oeffnungen von 0,4562 und 0,0836 qcm Fläche erhalte ich für den Faktor k folgende Werthe:

Oeffnung doppeltkonisch, 0,4562 qcm		Druck cm	k	Oeffnung plankonisch, 0,08362 qcm	
Druck cm	k			Druck cm	k
0,01	0,1864	0,132	0,606	0,055	0,6514
0,02	0,2522	1,347	0,7543	0,206	0,6965
0,03	0,3120	6,372	0,7672	0,407	0,7099
0,04	0,3350	16,355	0,7708	1,38	0,7316
0,05	0,3886	26,353	0,7711	6,35	0,7364
0,06	0,4236	36,351	0,7731	36,35	0,7363
0,07	0,4530	46,35	0,7778	46,46	0,7369
0,08	0,4804	56,3	0,7824	66,3	0,7335
0,09	0,5090	66,3	0,7793!	83,8	0,7369
0,1	0,5353	85,6	0,7951	160,3	0,7367
				315,8	0,7365
				524,8	0,7348
				663,7	0,7294

Die Reihe bis 1 mm musste wegen Unsicherheit des Nullpunkts durch graphische Interpolation ermittelt werden, doch dürfte sie wohl zutreffen, die übrigen Werthe beruhen auf den direkt gewonnenen Zahlen. Es scheint danach, dass k von 0 bis 1 wächst, wenn auch letzterer Werth nie zu erreichen sein wird, schon deshalb nicht, weil sich bei sehr starken Strömen leere oder luftgefüllte Räume neben der Oeffnung entwickeln dürften, die die Strömung beeinflussen und vielleicht schon bei obigen Zahlen einen Einfluss erlangt haben.

Bei einer plankonischen Oeffnung (Konus innen liegend) von 0,08362 qcm ergab sich, vielleicht aus genanntem Grunde, ein ganz anderes Verhalten von k, wie obige Tabelle auf der rechten Seite zeigt. Nach anfänglicher Steigerung, die rasch erfolgt, erreicht k den Werth 0,737, und auf dieser Höhe scheint der Werth stehen zu bleiben, die Schwankungen, die sich in der Tabelle finden, sind aus Nebenumständen erklärbar. Der Werth für 66,3 cm weicht ab, weil hier der Uebergang vom Wasser- zum Quecksilberdruck gemacht wurde, und bei den höheren Druckwerthen dürfte die kleine Erniedrigung von k darauf beruhen, dass ohne Heber gearbeitet wurde, daher der Widerstand vor der Ausflussöffnung die Menge des ausfliessenden Wassers merklich beeinflusst.

Wenn die plankonische Oeffnung so angebracht wurde, dass der Konus aussen, die plane Fläche dem Wasserstrom entgegen gestellt wurde, verringerte sich die Menge des ausfliessenden Wassers bedeutend. k wurde dann für 0,2 cm = 0,635 und für 66,4 cm = 0,616. Es ist jedenfalls die Form des Randes der festen Oeffnung, die zum Einspannen des Netzzeuges gebraucht wurde, am günstigsten für einen starken Ausfluss, wie denn auch eine abgerundete Oeffnung an den Maschen des ausgezeichnet durchlässigen Zeuges sich vorfindet.

Die nachfolgenden Tabellen über die Filtrationsgeschwindigkeit sind ausgedehnter, als es für die praktischen Zwecke der Fischerei erforderlich ist, denn bei diesen handelt es sich nur um geringe Druckwerthe; nur wenn man bei einer Geschwindigkeit von 20 Knoten fischen wollte, würde ein Druck von 540 cm in Frage kommen können. Zur Würdigung der Leistungen des Zeuges war indess die Anwendung höheren Drucks geboten. Ich habe übrigens den Druck

nicht so hoch treiben können, dass das Zeug davon gerissen wäre, während allerdings bei den stärksten Pressungen eine kleine Dehnung des Zeugs in der Lochfläche eintrat.

Die Kurven sind alle mit Hilfe der graphischen Interpolationsmethode gewonnen worden, ebenso sind mit Ausnahme der ersten Kurve (Zahlenreihe) die Nullpunkte bestimmt. Man trägt die entsprechenden Beobachtungswerthe, hier Druck und zugehörendes Volumen, als Abscissen und Ordinaten ein, bildet daraus durch ein sich gut anschmiegendes Lineal die Kurve und misst dann die Ordinaten derjenigen Druckwerthe, die man zu kennen wünscht. Bei diesem Verfahren wird nur die Voraussetzung gemacht, dass die Kurve kontinuirlich ansteigt und verläuft und es hat ausserdem den Vortheil, dass man durch den Augenschein über die Genauigkeit der Beobachtungen belehrt wird und ganz fehlerhafte Beobachtungen verwerfen, resp. revidiren kann. Für die vorliegenden Versuche würde kein anderes Verfahren zum Ziele führen, aber für die nunmehr gewonnenen Zahlenreihen würde sich eine Formel berechnen lassen, deren Nutzen wohl nicht unbedeutend sein würde. Die graphische Interpolation leidet daran, dass die Messungen nicht genügend genau gemacht werden können. Ich habe mir mit Hilfe des Planimeters einen Apparat konstruirt, der noch 0,05 mm mit Genauigkeit auslegt und abmisst. Ich konnte aber damals die Linealleiste noch nicht zu genügend genauen Biegungen zwingen, daher sind in den nachfolgenden Kurven die zweiten Differenzen noch recht fehlerhaft. Infolgedessen können die einzelnen Zahlen wohl einmal bis auf ein Viertelprocent fehlerhaft sein, der ganze Verlauf der Kurve wird dadurch aber nicht verändert und für alle praktischen Zwecke ist die Genauigkeit eher zu gross, als zu gering, man wird ein oder auch zwei Decimalen fortlassen können.

In der Tabelle auf S. 86 ff. stellt der Druck d das Aequivalent der Reibung und des Wasserschubes an der Gazefläche dar, also d. h., wenn der Einfluss in g, Tafel V, plötzlich abgeschnitten würde, müsste doch der Ausfluss unverändert unter dem Druck d des Manometers so lange bestehen bleiben, bis die Drucksäule merklich sinkt, nur würde die Reibung, die jetzt im Manometerrohr entstehen müsste, einen Theil von d absorbiren, und daher würde d nicht mehr voll auf die Filtration einwirken können. So lange der Zufluss in der beschriebenen Weise erfolgt, bildet d das volle Maass für den dynamischen Vorgang. Der Weg von der Mündung des Manometers bis zur filtrirenden Fläche ist so kurz und breit, dass für ihn der Widerstand 0 angenommen werden kann. Eine Zugwirkung an der Mündung des Manometers durch das vorbeiströmende Wasser kann auch nicht angenommen werden, weil dort die grösste Geschwindigkeit des Wasserstroms höchstens 20 cm bei freier Oeffnung und stärkstem Druck hat sein können, in nachstehenden Versuchen aber stets erheblich geringer gewesen ist.

Für die einzelnen Nummern des Zeuges liegen mindestens 20 Beobachtungspunkte vor, aber wenn die Zahlen nicht stimmen wollten, oder sonst auffallend erschienen, wurden die Beobachtungen wiederholt und erheblich vermehrt. Während die Beobachtungen über das Strömen aus freier Oeffnung eine sehr gleichmässig gekrümmte Kurve ergaben, kamen bei der Gaze zuweilen so abweichende Beobachtungen vor, dass sie verworfen und eventuell erneut werden mussten, aber die meisten Beobachtungspunkte liegen in der Kurve oder einige Zehntel Procent von der bezüglichen Ordinate abweichend. Die Werthe sind meistens zu niedrig, wegen Ent-

wicklung von Luft, die namentlich an warmen Tagen sehr störend auftrat und sich an dem Steigen des Drucks in dem Manometerrohr schon während des Versuchs erkennen liess. Erhöht wurde der Werth von w, wenn die Lösung des Sekundenzeigers am Chronographen langsamer erfolgte, als dessen Arretirung. Auf diese Weise konnte wohl die Zeit um 0,4″ zu kurz gemessen werden, aber solche Fälle werden bei der bald eintretenden Einübung mit meinem freundlichen Helfer bei diesen Versuchen, Herrn Dr. Klein, recht selten gewesen sein. Der Zeitverlust kam bei Beobachtungen, die mehrere Minuten dauerten, wenig in Betracht, aber wenn sehr rasch, etwa in einer halben Minute, ein Versuch beendet werden musste, konnte ein solcher Zeitfehler den Versuch verderben. Es gehört grosse Aufmerksamkeit dazu, um nicht bei diesen Beobachtungsuhren gegen 0,2″ Zeit zu verlieren.

Bei Druckwerthen unter 1 mm wird die Kurve bei allen Nummern des Zeuges konvex gegen die Abscissenaxe, je feinporiger die Zeuge sind, bis zu desto höherem Druck erstreckt sich diese Form, und bei dem ganz engen Zeug tritt der Wendepunkt, wie in der Tafel zu ersehen, erst bei 1,5 cm ein. Ich verstehe zur Zeit nicht, wie sich in die Filtration eine solche Phase sollte einschalten können und beziehe deshalb dies Verhalten auf die oben nachgewiesene Verlegung des Nullpunktes. In den Kurven der anderen Zeugnummern ist die Konvexität durch eine kleine Verlagerung des Nullpunktes bei der graphischen Interpolation eliminirt. Der Gang der ersten Differenzen deutet freilich noch immer auf einen Wendepunkt hin, im Uebrigen ist es für die etwas höheren Druckwerthe ohne Einfluss, ob der Nullpunkt um Bruchtheile eines mm verschoben wird.

Als ich die Vergleichung der Filtrationsgrösse der verschiedenen Nummern begann, hatte ich angenommen, dass es sich nur um quantitative Unterschiede in der Filtration handeln werde, dass der Verlauf aller Kurven im Wesentlichen dem gleichen Gesetz folgen werde und man also durch Interpolation leicht die Filtrationsgrösse auch der nicht untersuchten Zeuge werde finden können. Diese Annahme trifft keineswegs zu, sondern es kommen starke Unterschiede im Gang der Kurve vor, die bei darauf gerichteten erneuten Prüfungen sich vollständig bestätigten. Für den Druck 0,1 cm ist w für Nr. 19 = 0,36 für 18 = 0,31, dagegen bei 600 cm für 19 = 175 und für 18, wie zu erwarten stand, höher, nämlich 178. Für 0,1 Druck ist w bei Nr. 9 = 0,74 und für Nr. 6 = 1,01, wie zu erwarten stand, bei 250 cm, bei 9 = 237, für 6 = 222 cm, ganz gegen Erwarten. Ein Blick auf die Ausmessung des Zeugs belehrt darüber, dass die Gesammtfläche der Löcher bei Nr. 9 um volle 3 % grösser ist, als bei Nr. 6. Man möchte also schliessen, dass bei niederem Druck die Grösse der einzelnen Löcher, bei hohem Druck die Grösse der gesammten Lochfläche für die Masse des filtrirenden Wassers bestimmend sei. Für den Unterschied zwischen Nr. 19 und Nr. 18 giebt die Messung keine Erklärung.

Ueber die Leistung der vorliegenden Zeuge giebt die Tabelle ausreichende Auskunft, um im Bedarfsfall wählen zu können. Im allgemeinen ist der Unterschied in der Leistung des Zeugs grösser bei geringem als bei hohem Druck, entsprechend dem geringeren Unterschied zwischen den gesammten Lochflächen gegenüber den stärkeren Unterschieden in der mittleren Grösse der Fläche des einzelnen Lochs.

Menge (w) der in 1 Sekunde durch 1 Quadratcentimeter Fläche der bezeichneten Müllergaze bei dem

d	Gebrauchtes Netzzeug Nr. 20		Nr. 20, typisch		Nr. 20 der Expedition		Nr. 19		Nr. 18		Nr. 15	
	w	Δ w	w	Δ w	w	Δ w	w	Δ w	w	Δ w	w	Δ w
0,1	0,0295	0,0460	0,2393	0,2234	0,3072	0,2485	0,3600	0,3469	0,3105	0,3101	0,540	0,490
0,2	0,0755	0,0500	0,4627	0,2133	0,5557	0,2282	0,7069	0,3330	0,6206	0,3044	1,030	0,466
0,3	0,1255	0,0590	0,6760	0,2048	0,7839	0,2143	1,0399	0,3233	0,9250	0,2905	1,496	0,462
0,4	0,1845	0,0630	0,8808	0,1980	0,9982	0,2067	1,3632	0,3135	1,2155	0,2860	1,958	0,454
0,5	0,2475	0,0650	1,0788	0,1924	1,2049	0,2004	1,6767	0,3040	1,5015	0,2703	2,412	0,446
0,6	0,3125	0,0670	1,2712	0,1870	1,4053	0,1955	1,9807	0,2964	1,7718	0,2671	2,858	0,440
0,7	0,3795	0,0680	1,4582	0,1824	1,6008	0,1915	2,2771	0,2886	2,0389	0,2596	3,298	0,398
0,8	0,4475	0,0685	1,6406	0,1789	1,7923	0,1885	2,5657	0,2820	2,2985	0,2577	3,696	0,388
0,9	0,5160	0,0687	1,8195	0,1755	1,9808	0,1857	2,8477	0,2755	2,5562	0,2522	4,084	0,360
1,0	0,5847	0,0689	1,9950	0,1726	2,1665	0,1834	3,1232	0,2694	2,8084	0,2468	4,444	0,340
1,1	0,6536	0,0691	2,1676	0,1698	2,3499	0,1814	3,3926	0,2635	3,0552	0,2420	4,784	0,332
1,2	0,7227	0,0693	2,3374	0,1673	2,5313	0,1797	3,6561	0,2584	3,2972	0,2385	5,116	0,328
1,3	0,7920	0,0695	2,5047	0,1650	2,7110	0,1783	3,9145	0,2532	3,5357	0,2269	5,444	0,319
1,4	0,8615	0,0698	2,6697	0,1630	2,8893	0,1770	4,1677	0,2481	3,7626	0,2248	5,763	0,311
1,5	0,9313	0,0700	2,8327	0,1612	3,0663	0,1759	4,4158	0,2436	3,9874	0,2214	6,074	0,304
1,6	1,0013	0,0701	2,9939	0,1591	3,2422	0,1748	4,6594	0,2390	4,2088	0,2142	6,378	0,280
1,7	1,0714	0,0699	3,1530	0,1578	3,4170	0,1738	4,8984	0,2351	4,4230	0,2120	6,658	0,270
1,8	1,1413	0,0696	3,3108	0,1562	3,5908	0,1728	5,1335	0,2311	4,6350	0,2071	6,928	0,264
1,9	1,2109	0,0694	3,4670	0,1548	3,7636	0,1721	5,3646	0,2248	4,8421	0,1939	7,192	0,259
2,0	1,2803	0,3374	3,6218	0,8258	3,9357	0,8443	5,5894	1,0814	5,0360	0,945	7,451	1,219
2,5	1,6177	0,3290	4,4476	0,7734	4,7800	0,8104	6,6708	0,9997	5,981	0,910	8,670	1,112
3	1,9467	0,3215	5,2210	0,7195	5,5904	0,7502	7,6705	0,9394	6,891	0,827	9,782	1,018
3,5	2,2682	0,3145	5,9405	0,6753	6,3406	0,6806	8,6099	0,8838	7,718	0,782	10,800	0,982
4	2,5827	0,3080	6,6158	0,6330	7,0212	0,6550	9,4937	0,8346	8,500	0,750	11,782	0,950
4,5	2,8907	0,3017	7,2488	0,6163	7,6762	0,6018	10,3283	0,7945	9,250	0,728	12,732	0,906
5	3,1924	0,2959	7,8651	0,5959	8,2780	0,5822	11,1228	0,7633	9,978	0,720	13,638	0,894
5,5	3,4883	0,2903	8,4610	0,5720	8,8602	0,5542	11,8861	0,7353	10,698	0,697	14,532	0,834
6	3,7786	0,2847	9,0330	0,5654	9,4144	0,5464	12,6214	0,7084	11,395	0,690	15,366	0,788
6,5	4,0633	0,2795	9,5984	0,5491	9,9608	0,5376	13,3298	0,6842	12,085	0,680	16,154	0,744
7	4,3428	0,2745	10,1475	0,5248	10,4984	0,5165	14,0140	0,6634	12,765	0,673	16,898	0,722
7,5	4,6173	0,2697	10,6723	0,4999	11,0149	0,4988	14,6774	0,6421	13,438	0,644	17,620	0,700
8	4,8870	0,2652	11,1722	0,4833	11,5137	0,4905	15,3195	0,6274	14,082	0,640	18,320	0,668
8,5	5,1522	0,2612	11,6555	0,4677	12,0042	0,4789	15,9469	0,6133	14,722	0,635	18,988	0,646
9	5,4134	0,2575	12,1232	0,4529	12,4831	0,4669	16,5602	0,5978	15,357	0,604	19,634	0,632
9,5	5,6709	0,2542	12,5761	0,4347	12,9500	0,4498	17,1580	0,5820	15,961	0,594	20,266	0,620
10	5,9251	0,5011	13,0108	0,8558	13,3998	0,8872	17,7400	1,1213	16,555	1,176	20,886	1,210
11	6,4262	0,4988	13,8666	0,8332	14,2870	0,8485	18,8613	1,0667	17,731	1,139	22,096	1,172
12	6,9250	0,4834	14,6998	0,7748	15,1355	0,8285	19,9280	1,0176	18,870	1,120	23,268	1,132
13	7,4084	0,4697	15,4746	0,7406	15,9640	0,8070	20,9456	0,9743	19,990	1,101	24,400	1,072
14	7,8781	0,4602	16,2152	0,7328	16,7710	0,7768	21,9199	0,9340	21,091	1,060	25,472	1,048
15	8,3383	0,4510	16,9480	0,6892	17,5478	0,7398	22,8539	0,8956	22,151	1,047	26,520	1,000

Druck von *d* Centimetern Wasser filtrirenden Kubikcentimeter Wasser, nebst deren Differenzen (Δ w).

Nr. 11 w	Nr. 11 Δ w	Nr. 9 w	Nr. 9 Δ w	Nr. 6 w	Nr. 6 Δ w	Nr. 4 w	Nr. 4 Δ w	Nr. 3 w	Nr. 3 Δ w	Nr. 0 w	Nr. 0 Δ w	*d*
0,600	0,5106	0,7385	0,7201	1.008	0,852	1,812	1,636	2,216	2,064	3,446	2,551	0,1
1,1106	0.4871	1,4586	0,7022	1,860	0,847	3,448	1,525	4,280	1,858	5,997	2,025	0,2
1,5977	0,4655	2,1608	0,6859	2,707	0,840	4,973	1,379	6,138	1,624	8,022	1,722	0,3
2,0632	0,4486	2,8467	0,6703	3,547	0,806	6,352	1,299	7,762	1,477	9,744	1,540	0,4
2,5118	0,4338	3,5170	0,6567	4,353	0,790	7,651	1,220	9,239	1,366	11,284	1,415	0,5
2,9456	0,4211	4,1737	0,6436	5,143	0,782	8,871	1,180	10,605	1,007	12,699	1,318	0,6
3,3667	0,4109	4,8173	0,6314	5,925	0,778	10,051	1,070	11,612	0,944	14,017	1,241	0,7
3,7776	0,4023	5,4487	0,6206	6,703	0,767	11,121	0,990	12,556	0,918	15.258	1,178	0,8
4,1799	0,3944	6,0693	0,6098	7,470	0,719	12,111	0,900	13,474	0,870	16,436	1,121	0,9
4,5743	0,3873	6,6791	0,5998	8,189	0,700	13,011	0,839	14,344	0,836	17,557	1,082	1,0
4,9616	0,3806	7,2789	0,5905	8,889	0,670	13,850	0,797	15,180	0,784	18,639	1,027	1,1
5,3422	0,3742	7,8694	0,5818	9,559	0,641	14,647	0,708	15,964	0,736	19,666	0,987	1,2
5,7164	0,3687	8,4512	0,5738	10,200	0,611	15,355	0,691	16,700	0,718	20,653	0,951	1,3
6,0851	0,3637	9,0250	0,5675	10,811	0,607	16,046	0,688	17,418	0,703	21,604	0,915	1,4
6,4488	0,3588	9,5925	0,5594	11,418	0,568	16,734	0,633	18,121	0,683	22,519	0,888	1,5
6,8076	0,3540	10,1519	0,5528	11,986	0,546	17,367	0,612	18,804	0,653	23,407	0,855	1,6
7,1616	0,3492	10,7047	0,5460	12,532	0,528	17,979	0,598	19,457	0,630	24,262	0,824	1,7
7,5108	0,3445	11,2507	0,5393	13,060	0,510	18,577	0,590	20,087	0,622	25,086	0,796	1,8
7,8553	0,3399	11,7900	0.5328	13,570	0,495	19,167	0,583	20,709	0,610	25,882	0,770	1,9
8,1952	1,6870	12,3228	2,4698	14,065	2,371	19,750	2,758	21,319	2,952	26,652	3,561	2,0
9,8822	1,6298	14,7926	2,2969	16,436	2,144	22,508	2,446	24,271	2,621	30,213	3,175	2,5
11,5120	1,5744	17,0895	2,1371	18,580	2,010	24,954	2,310	26,892	2,478	33,388	2,911	3
13,0864	1,5244	19,2266	2,0020	20,590	1,930	27,264	2,210	29,370	2.264	36,299	2,709	3,5
14,6108	1,4777	21,2286	1.8798	22,520	1,802	29,474	2,067	31,634	2,131	39,008	2,548	4
16.0885	1,4325	23,1084	1,7885	24,322	1,738	31,541	2,035	33,765	2,035	41,556	2,395	4,5
17,5210	1,3872	24,8969	1,6790	26,060	1,661	33,576	1,934	35,800	1,939	43,951	2,270	5
18,9082	1,3418	26,5759	1,5905	27,721	1,581	35,510	1,847	37,739	1,851	46,221	2,162	5,5
20,250	1,310	28,1664	1,5085	29,302	1,487	37,357	1,743	39,590	1,814	48,383	2,064	6
21,560	1,270	29,6749	1,4320	30,789	1,366	39,100	1,681	41,404	1,794	50,447	1,983	6,5
22,830	1,259	31,1069	1,3651	32,155	1,340	40,781	1,669	43,198	1,758	52,430	1,913	7
24,089	1,237	32,4720	1,2980	33,495	1,256	42,450	1,645	44,956	1,707	54,343	1,850	7,5
25,326	1,194	33,7700	1,2328	34,751	1,214	44,095	1,597	46,663	1,643	56,193	1,785	8
26,520	1,180	35,0028	1,1781	35,965	1,196	45,692	1,557	48,306	1,561	57,978	1,734	8,5
27,700	1,161	36,1809	1,1231	37,161	1,181	47,249	1,522	49,867	1,503	59,712	1,683	9
28,861	1,119	37,3040	1,0697	38,342	1,176	48,771	1,471	51,370	1,468	61,395	1,634	9,5
29,980	2,153	38,3737	2,0463	39,518	2,272	50,242	2,769	52,838	2,802	63,029	3,140	10
32,133	2,067	40,420	1,936	41,790	2,135	53,011	2,589	55,640	2,640	66,169	2,997	11
34,200	1,965	42,356	1.824	43,925	2,095	55,600	2,46	58,280	2,556	69,166	2,877	12
36,165	1,905	44,180	1,742	46,020	2,000	58,060	2,38	60,836	2,445	72,043	2,775	13
38,070	1,816	45,922	1,653	48,020	1,900	60,440	2,252	63,281	2,337	74,818	2,676	14
39,886	1,757	47,575	1,611	49,920	1,854	62,692	2,175	65,618	2,251	77,494	2,595	15

d	Gebrauchtes Netzzeug Nr. 20		Nr. 20 typisch		Nr. 20 der Expedition		Nr. 19		Nr. 18		Nr. 15	
	w	Δ w	w	Δ w	w	Δ w	w	Δ w	w	Δ w	w	Δ w
16	8.7893	0,451	17,6372	0,6892	18,2876	0,7398	23.7495	0,8956	23,198	1,047	27,520	1,000
17	9.2335	0,4442	18.3042	0,6670	19,0124	0,7248	24,6118	0,8623	24,229	1,031	28,482	0,962
18	9,6703	0,4368	18,9502	0,6460	19,7231	0,7107	25,4414	0,8296	25,252	1,023	29,418	0,936
19	10,1042	0,4339	19,5558	0,6056	20,4142	0,6911	26,2419	0,8005	26,252	1,000	30,328	0,910
20	10,5364	0,4322	20,1522	0,5964	21,1012	0,6870	27,0170	0,7751	27,231	0,979	31,220	0,892
25	12,589	2,053	22,9210	2,7688	24,3772	3,276	30,596	3,579	31,930	4,691	35,500	4,280
30	14,431	1,842	25,347	2,426	27,418	3,0408	33,897	3,301	36,130	4,200	39,510	4,010
35	16,090	1,659	27,756	2,409	30,377	2,959	37,043	3,146	39,810	3,680	43,316	3,806
40	17,680	1,590	30,143	2,387	33,167	2,790	40,047	3,004	42,931	3,121	46,920	3,604
45	19,223	1,543	32,482	2,339	35,807	2,640	42,921	2,874	45,833	2,902	50,310	3,390
50	20,675	1,452	34,780	2,298	38,312	2,505	45,674	2,753	48,550	2,717	53,460	3,150
55	22,059	1,384	37,056	2,276	40,697	2,385	48,308	2,634	51,009	2,459	56,480	3,020
60	23,427	1,368	39,256	2,200	42,974	2,277	50,839	2,531	53,292	2,283	59,448	2,968
65	24.745	1,318	41.400	2,144	45,153	2,179	53,276	2,437	55,436	2,144	62,280	2,832
70	26,025	1,280	43,472	2,072	47,245	2,092	55.622	2,346	57,506	2,070	65,046	2,766
75	27,252	1,227	45,486	2,014	49,258	2,013	57,882	2,260	59,541	2,035	67,714	2,668
80	28,436	1,184	47,941	1,955	51,204	1,946	60,061	2,179	61,482	1,941	70,35	2,636
85	29,591	1,155	49,341	1,900	53,093	1,889	62,166	2,105	63,380	1,898	72,94	2,59
90	30,726	1,135	51,201	1,860	54,930	1,837	64,200	2,034	65,243	1,863	75,48	2,54
95	31,846	1,120	52,992	1,791			66,168	1,968	67,090	1,847	77,83	2,35
100	32,950	1,104	54,745	1,753			68.076	1,908	68,910	1,820	80,13	2,30
150	43,151	10 201	70,428	15,683			84,562	16,486	85,34	16,43	101,10	20,97
200	52,208	9,057	84,138	13,710			97,884	13,322	99,41	14,07	118,60	17,50
250	60,495	8,287	96,301	12,163			109,487	11,603	111,85	12,44	134,86	16,26
300	67,976	7,481	107,205	10,904			120,010	10,523	123,40	11,55	150,44	15,58
350	75,089	7,113	117,006	9,801			129,945	9,935	133,40	10,00	165,84	15,40
400	81,650	6,561	125,86	8,854			139,442	9,497	143,34	9,94	180,45	14,61
450	87,840	6,190	133,99	8,13			148,611	9,169	152,73	9,39	194,13	13,68
500	93,761	5,921	141,32	7,33			157,504	8,893	161,70	8,97	207,28	13,15
550	99,190	5,429	148,05	6,73			166,210	8,706	170,00	8,30		
600	104,55	5,36	154,25	6,20			174,767	8,557	177,9	7,90		
650			160,00	5,75								
700			165,3	5,3								

Nr. 11		Nr. 9		Nr. 6		Nr. 4		Nr. 3		Nr. 0		*d*
w	Δ w	w	Δ w	w	Δ w	w	Δ w	w	Δ w	w	Δ w	
41,643	1,757	49,186	1,611	51,774	1,854	64,867	2,175	67.869	2,251	80,089	2,595	16
43,334	1,691	50,759	1,573	53,610	1,836	67,017	2.150	70,085	2.216	82.608	2,519	17
44,860	1,526	52,292	1,533	55,398	1,788	69,110	2,093	72.206	2,121	85,055	2,447	18
46.351	1,491	53,791	1,499	57,158	1,760	71,155	2,045	74,260	2,054	87,432	2,377	19
47,790	1,439	55,260	1,469	58,898	1,740	73,135	1,980	76,264	2,004	89.747	2,315	20
54.190	6,400	62,076	6,816	66,700	7,802	82,170	9,035	85.730	9,466	100,453	10,706	25
59.678	5,488	68,270	6,194	73,704	7,004	90,400	8,230	94,189	8,459	110,242	9,789	30
64,728	5,050	73.974	5,704	80,260	6,556	97,663	7,263	102,238	8,049	119.354	9.112	35
69,565	4,837	79,293	5,319	86,20	5,94	104,165	6,502	109.852	7,614	127,875	8.521	40
74,145	4,580	84,317	5,024	91,80	5,60	110,184	6,019	116,758	6,906	135.902	8,027	45
78,628	4,483	89.111	4,794	96,95	5,15	116,012	5,828	123,272	6,514	143.456	7,554	50
82,980	4,352	93.715	4,604	101,55	4,60	121,662	5,650	129.416	6,144	150,630	7,174	55
87.072	4,092	98,166	4,451	106,00	4,45	127,253	5,591	135.363	5,947	157,466	6,836	60
91,019	3,947	102,486	4,320	110,30	4,30	132,683	5,430	141,112	5,749	164,012	6,546	65
94.874	3,855	106,699	4,213	114,47	4,17	137,994	5.311	146,660	5,548	170,302	6,290	70
98,600	3,726	110.821	4,122	118,52	4,05	142,970	4.976	152,11	5,45	176,367	6,065	75
102,200	3,600	114.868	4,047	122,45	3.93	147,532	4.562	157,45	5,34	182,250	5,883	80
105,725	3,525	118,854	3,986	126,27	3,82	151,927	4,395	162,65	5,20	187,981	5,731	85
109,170	3,445	122,788	3,934	129,99	3,72	156,176	4,249	167,75	5,10	193,586	5,605	90
112,445	3,275	126,681	3,893	133,62	3,63	160,129	3,953	172.82	5,07	199,087	5,501	95
115,63	3,185	130,541	3,860	137,17	3,55	163,990	3,861	177,69	4,87	204,503	5,416	100
143,55	27,92	167,465	36,924	169,05	31,88	202,39	38,40	218,69	41,0	254,91	50,41	150
166,40	22,85	202,554	35,089	196,5	27,45	237,60	35.21	252,09	33,4	296,37	41,46	200
186,43	20,03	236,556	34,002	221,6	25,1	269,28	31,68	281,96	29,87			250
205,10	18,67			244,6	23,0							300
222,36	17,26			265,7	21,1							350
238,69	16,33											400
254,25	15,56											450
												500
												550
												600

Die Untersuchung des Verhaltens des Koefficienten für die Flächeneinheit, den ich mit k bezeichnen will, führt zu nachfolgender kleinen Tabelle:

Tabelle des Koefficienten k für die Flächeneinheit der Gaze bei dem Druck von d Centimetern.

d	Gebrauchtes Nr. 20	Nr. 20, typisch	Nr. 19	Nr. 18	Nr. 15	Nr. 11	Nr. 9	Nr. 6	Nr. 4	Nr. 3	Nr. 0
0,1	0,0021	0.0219	0,0257	0,0222	0,0385	0,0428	0,0527	0,072	0,129	0,1582	0,246
1	0,0132	0,045	0,0705	0,0634	0,1003	0,1033	0,1508	0,1848	0,294	0,324	0,396
10	0,0423	0,0287	0,1266	0,1181	0,149	0,214	0,274	0,2821	0,359	0,377	0,45
50	0,0654	0,111	0,146	0,155	0,171	0,237	0,284	0,3095	0,3703	0,393	0,458
100	0,0709	0,124	0,154	0,156	0,181	0,261	0,295	0,3096	0,3702	0,401	0,462
200	0,0827	0,134	0,1562	0,159	0,189	0,266	0,323	0,314	0,3792	0,402	0,473
300	0,0886	0,140	0,1564	0,161	0,196	0,267		0,319			
400	0,0922	0,142	0,157	0,162	0,204	0,269					
500	0,0945	0,143	0,159	0,1637	0,209						
600	0,0963	0,142	0,161	0,1639							
700		0,141									

k wächst also in starker Weise an, namentlich rasch bei geringerem Druck und bei grosser Fläche des Lochs. Wenn die entsprechenden Kurven gezeichnet werden, machen sie den Eindruck logarithmischer Kurven ($k = \text{Log.}\ x$), aber genau wird die Formel nicht zutreffen, weil noch die Elastizität und Dehnung des Zeuges in die Funktion eingeht.

Dass in Nr. 4 für $d = 50$ $k = 0{,}3703$, dagegen für $d = 100$ $k = 0{,}3702$ ist, beruht offenbar auf einem Fehler, denn k wird, wenn es wächst, stetig wachsen. Setzt man in 4 zu $d = 100$, anstatt $w = 163{,}99$, $w = 164{,}1$, erhöht also w um $0{,}06\,^0/_0$, so erhält man bereits $k = 0{,}3704$. So kleine Fehler in der Biegung der Kurve sind bei graphischer Interpolation schwer zu vermeiden. Ob die Abnahme von k in »typisch Nr. 20« bei den höheren Druckwerthen sich bei erneuten Untersuchungen bestätigen würde, vermag ich nicht zu sagen; ich halte dafür, dass solche Abnahme von k, die auch sonst beobachtet worden ist, nur durch Wirbel und durch negativen Druck an dem Rand der Oeffnung bewirkt wird, daher mehr von Nebendingen abhängt.

Ueber die Beziehungen zwischen dem Filtrat und der Grösse der gesammten Lochfläche erhalten wir Aufschluss, wenn wir w durch die S. 72 in der ersten Kolumne angegebene Zahl dividiren, wodurch wir die Geschwindigkeit v in der Lochfläche erhalten. Dividiren wir v dann noch durch $\sqrt{2\,g\,d}$, so erhalten wir den Koefficienten k für den Strom aus der mittleren Lochfläche des genannten Zeugs.

Die nachfolgende Tabelle sieht freilich sonderbar aus, denn in 7 Fällen unter 11 erhält k einen Werth, der grösser als 1 ist, was nicht richtig sein kann.

Die bezüglichen Lochflächen müssen grösser gewesen sein, als wie ich sie gefunden habe. Durch den Druck könnten die Flächen ausgedehnt, also die Lochflächen vergrössert werden.

Tabelle der Geschwindigkeit v in Centimetern und des Koefficienten k auf die Gesammtfläche der Löcher bei dem Druck d berechnet.

d cm	Gebrauchte Nr. 20		Nr. 20, typisch		Nr. 19		Nr. 18		Nr. 15		Nr. 11		Nr. 9		Nr. 6		Nr. 4		Nr. 3		Nr. 0	
	v	k	v	k	v	k	v	k	v	k	v	k	v	k	v	k	v	k	v	k	v	k
0,1	0,455	0,0325	2,259	0,161	1,748	0,125	1,284	0,115	2,78	0,198	2,79	0,199	2,305	0,165	3,251	0,232	4,424	0,316	5,024	0,3586	7,387	0,527
1	8,90	0,201	14,67	0,331	15,17	0,342	11,614	0,262	22,85	0,5157	21,3	0,480	20,97	0,473	26,4	0,596	31,8	0,717	32,52	0,734	37,629	0,849
10	91,50	0,653	95,67	0,683	86,16	0,615	68,46	0,489	104,2	0,7437	139,4	0,995	120,1	0,857	127,5	0,910	122,7	0,875	119,8	0,854	135,1	0,964
50	314,9	1,005	255,7	0,816	221,8	0,708	200,8	0,641	290,4	0,9269	365,9	1,17	278,1	0,888	312,7	0,998	283,2	0,904	279,5	0,892	307,5	0,981
100	529,1	1,194	402,5	0,909	330,6	0,746	285	0,643	412,0	0,9298	537,7	1,21	407,3	0,919	443	0,999	400	0,904	402,8	0,9093	438,3	0,989
200	796,2	1,271	618,7	0,987	475,5	0,759	411	0,656	609,7	0,9732	773,8	1,24	632	1,009	633,7	1,011	580	0,926	571,5	0,9121	635,2	1,014
300	1045	1,362	788,3	1,026	582,9	0,760	510	0,665	773,4	1,0079	953,8	1,24			788,9	1,026						
400	1256	1,417	925,4	1,044	677,2	0,764	593	0,669	927,7	1,0450	1110	1,25										
500	1440	1,453	1039	1,049	765,0	0,772	669	0,675	1065,6	1,0757												
600	1607	1,481	1134	1,045	848,8	0,782	735	0,678														
700			1216	1,037																		

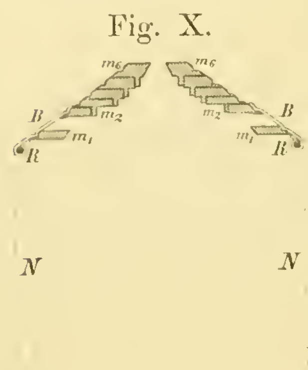
Fäden aus diesem Zeug lassen sich bis 5 % verlängern, die Zeugflächen wölbten sich während der Filtration unter starkem Druck ein wenig vor. Gemessen ist nur die Lichtfläche auf der Photographie, diese braucht nicht unbedingt identisch mit der Lochfläche zu sein, denn bei schrägem oder geknicktem Verlauf kann die Lochfläche ein wenig grösser sein. Die genannten Umstände können wohl genügen, um die kleinen Ueberschreitungen über 1 hinaus zu erklären, aber für die, die wir in Nr. 20 mit 1,48 und in Nr. 11 mit 1,25 finden, reicht diese Erklärung nicht aus. Das gebrauchte Zeug Nr. 20 und Nr. 11 haben mehr lockere Fäden als die anderen Gewebe, namentlich ersteres Zeug. Ich meine, dass namentlich bei diesen Zeugen durch die Lücken zwischen den einzelnen Kokonfasern im Faden das Wasser filtriren muss. Die Tabelle zeigt ziemlich deutlich, dass k für schwachen Druck durchstehend klein ist, namentlich auch bei den in Rede stehenden Nummern, erst bei 50 cm Druck hebt sich der Werth von k. In höherem Maasse wird diese Art des Ganges von k für die feinen Poren zwischen den Kokonfäden inne gehalten werden und daraus dürfte sich die Höhe von k genügend erklären. Die Fäden in Nr. 18 müssten, wenn dieser Schluss richtig ist, besonders dicht sein, worüber ich, weil ich keine mikroskopischen Durchschnitte des Zeuges gewinnen konnte, Aufschluss nicht erlangt habe.

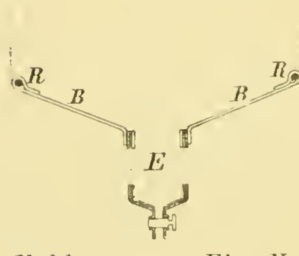
Aus der Untersuchung ergiebt sich im allgemeinen, dass netzartig durchbrochene Zeuge sehr gut filtriren, namentlich bei hohem Druck, wo k einen sehr hohen Werth erreicht, weil die Kleinheit des einzelnen Lochs gegenüber der gesammten Lochfläche immer mehr zurücktritt. Eine weitere Verfolgung dieser Untersuchung mit feinen Drahtgeflechten halte ich für erwünscht und für dankbar, vielleicht auch würde sie weniger mühevoll sein, als die mit diesem nur für praktische Zwecke hergestellten Gewebe.

Um die Rechnung über die Filtration der Netze einer praktischen Prüfung unterwerfen zu können, habe ich zwei Netze mit variabler Eingangsöffnung und möglichst gleicher Netzwand aus dem Zeug Nr. 20 der Expedition angefertigt und mit einander verkuppelt. Das eine Netz hatte die gewöhnliche Form des grossen Planktonnetzes, wie solche Fig. VI,

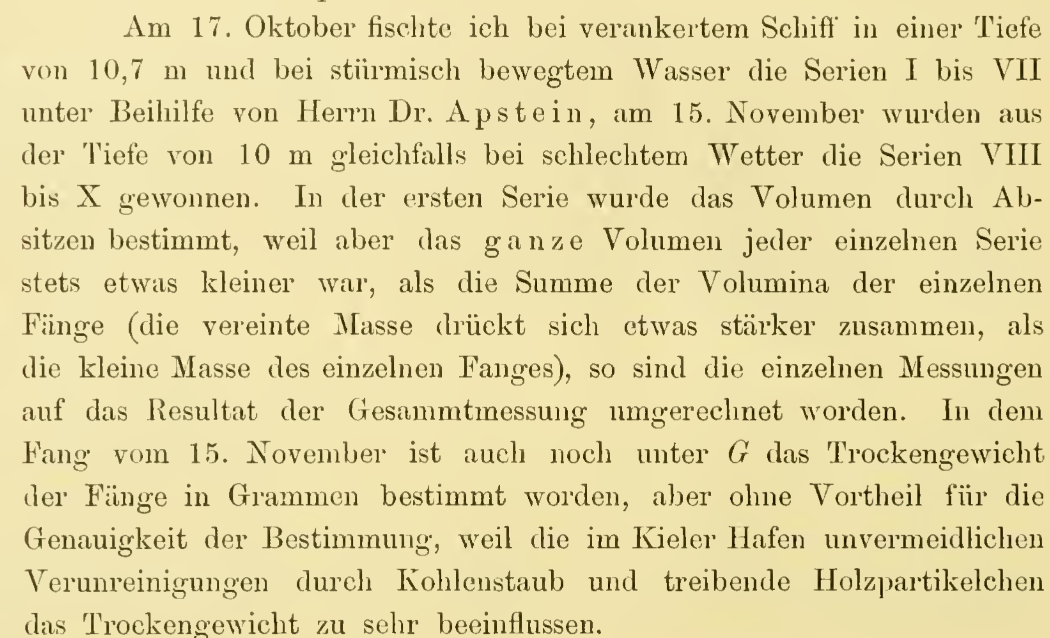
S. 68 gezeichnet ist, das andere Netz hatte cylindrische Form und ist in Fig. X abgebildet. Die Ringe an der Eingangsöffnung waren für beide Netze möglichst gleich gross und konnten einer nach dem anderen abgenommen werden. Die Oberfläche des Netzzeuges berechnet sich zu 4975,4 qcm, der Winkel am konischen Netz betrug 20°, seine Netzfläche zu 4981 qcm.

Fig. X.





Erklärung zu Fig. X. N filtrirende Netzwand, R Durchschnitt der eisernen Ringe, an denen die Netzwand und das dichte Zeug B befestigt sind. E der Eimer, m_1 m_2 m_3 m_6 die Metallringe, die die Oeffnung bildeten, und die der eine nach dem anderen entfernt wurden.



Am 17. Oktober fischte ich bei verankertem Schiff in einer Tiefe von 10,7 m und bei stürmisch bewegtem Wasser die Serien I bis VII unter Beihilfe von Herrn Dr. Apstein, am 15. November wurden aus der Tiefe von 10 m gleichfalls bei schlechtem Wetter die Serien VIII bis X gewonnen. In der ersten Serie wurde das Volumen durch Absitzen bestimmt, weil aber das ganze Volumen jeder einzelnen Serie stets etwas kleiner war, als die Summe der Volumina der einzelnen Fänge (die vereinte Masse drückt sich etwas stärker zusammen, als die kleine Masse des einzelnen Fanges), so sind die einzelnen Messungen auf das Resultat der Gesammtmessung umgerechnet worden. In dem Fang vom 15. November ist auch noch unter G das Trockengewicht der Fänge in Grammen bestimmt worden, aber ohne Vortheil für die Genauigkeit der Bestimmung, weil die im Kieler Hafen unvermeidlichen Verunreinigungen durch Kohlenstaub und treibende Holzpartikelchen das Trockengewicht zu sehr beeinflussen.

Diese Fänge ergeben nebenstehende Tabelle. Sie giebt das Resultat des Versuchs, die Geringfügigkeit der Ungleichheit in der Vertheilung des Plankton auszunutzen, um einen Einblick in die Faktoren, die bei dem Fang in Betracht kommen, zu gewinnen. Es sind bei weitem nicht genug Versuche gemacht worden, aber die Arbeit ist zeitraubend und ich konnte nicht mehr thun. Es wird zur genauen Bestimmung des Fanges wegen mancher Umstände schliesslich nur die Auszählung der Fänge übrig bleiben, aber 44 oder gar über 100 Fänge zu zählen, ist eine Specialarbeit von grosser Ausdehnung, sodass ich mich mit der Volumenbestimmung an dem, übrigens dafür noch am besten geeigneten Material der Herbstfänge begnügen musste.

Werfen wir zunächst einen Blick auf Serie I, so finden wir hier zweimal 6 Fänge, die mit einer Eingangsöffnung 0 von 2,8 cm Durchmesser gemacht worden sind; es ist also jedesmal eine Meeresfläche befischt worden, die die Grösse eines deutschen Zweimarkstückes hatte. Die Fänge massen zwischen 0,19 und 0,3 resp. 0,15 und 0,21 ccm. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei so kleinen Mengen jeder Fehler bei der Behandlung und jeder unglückliche Zufall sehr ins Gewicht fällt. Ich bin daher über das recht gute Ergebniss dieser Fänge überrascht. Wenn man mit einer so winzigen Oeffnung unter die exakte Bearbeitung immerhin erschwerenden Umständen auf stark bewegtem Schiff so gleichmässig fängt, so kann man allerdings in geeigneter Zeit das Plankton zur Prüfung der Vorgänge in dem Netz benutzen. Grössere Oeffnungen geben noch etwas geringere Schwankungen, wie man aus der Vergleichung der in Procenten

Vergleichung der Fänge mit einem cylindrischen und einem konischen Netz von nahe gleicher Netzfläche.

Serie I.

Cylindernetz

Fang-Nummer	Zug in der Sekunde cm V	Druck in cm: a. d. Zuggeschwindigkeit s	Druck in cm: im Eingang $s-d$	Druck in cm: im Netz d	Volumen in ccm: nach den Einzelmessung. v	Volumen in ccm: nach der Gesammtmessung mv	Volumen in ccm: unter dem qm Oberfläche vqm	Berechneter Faktor φ	Berechnetes Vol. unt. d. qm Fläche φvqm	Eingangsfläche $0 = 6,147$ qcm
1	53.5	1,459	1.439	0.0204	0,22	0,165	268.4	1.0071	270,32	Netzfläche N zu 0 1 : 0.00124.
2	53.5	1,459	1,439	0,0204	0,30	0,225	366.0	1,0071	368,6	Für das berechnete Volumen ist mittlerer
3	53,5	1,459	1,439	0,0204	0,23	0,173	281.4	1.0071	283,43	Fehler $\varepsilon = \pm 47$.
4	46.5	1.102	1,089	0,0182	0,21	0.157	255.4	1,0084	257,54	Wahrscheinlicher Fehler $r = \pm 31,7$.
5	46.5	1,102	1,089	0,0182	0.21	0,157	255,4	1,0084	257,54	
6	54.9	1,536	1.515	0.0210	0.19	0,143	232.7	1,0069	234.26	Wahrscheinlicher Fehler von v ist $R = \pm 16,87$.
Summe:	318.2				1,36	1,02	1659,3		1671.71	
Mittel:	53				0,227	0,170	276.66		278,62	Also liegt das Vol. zwischen 261,7 und 295,5 cc.

Konisches Netz

Druck in cm: im Eingang $s-d$	Druck in cm: im Netz d	Volumen in ccm: nach den Einzelmessungen v	Volumen in ccm: nach der Gesammtmessung mv	Volumen in ccm: unterdem qm Oberfläche vqm	Berechneter Faktor φ	Berechnetes Volumen unter dem qm Fläche φvqm	Eingangsfläche $0 = 6,147$ qcm
1,4437	0,01535	0,18	0,172	279,8	1,0053	281,30	Netzfläche N zu 0 1 : 0,00124.
1,4437	0.01535	0,15	0,143	232.6	1,0053	233.86	$\varepsilon = \pm 33,8$.
1,4437	0,01535	0,19	0.181	294.5	1,0053	296,02	$r = \pm 22.8$.
1,0886	0,01365	0,16	0,153	248.9	1,0063	295,61	$R = \pm 9,31$.
1,0886	0,01365	0,19	0,181	294.5	1.0063	295,61	φvqm zwischen 271,4 und 290 ccm.
1,5191	0,0169	0.21	0.200	325.4	1.0052	327.05	
		1,08	1,03	1675.6		1684,29	Procentischer mittlerer Fehler: ε.
		0,18	0,1717	279.27		280.7	Cylinder: $\pm 16,8$. Konus: ± 12.

Serie II.

Nr.	V	s	$s-d$	d	v	mv	vqm	φ	φvqm	$0 = 12.63$ qcm
7	38,2	0,7438	0,714	0,0296	0,29	0,256	200,9	1,02055	207,1	$N : 0 = 1 : 0,00254$.
8	47,1	1,131	1,094	0,0371	0,35	0,309	244,9	1,01684	249.0	$\varepsilon \pm 33.8$.
9	51,0	1,326	1,286	0,0400	0,40	0,353	279,8	1,01544	284.1	$r \pm 22.8$.
10	52,2	1,389	1,348	0,0411	0,41	0,363	287,7	1,01513	292.0	$R \pm 10.2$.
11	51,0	1.326	1.286	0,0400	0,35	0.309	244.9	1,01544	248,7	Volumen 241.8—262,2.
Somme:	239.5				1,80	1,59	1260,2		1280,9	
Mittel:	47,9				0,36	0,318	252,04		256,18	

$s-d$	d	v	mv	vqm	φ	φvqm	$0 = 12,55$ qcm
0,7216	0,02219	0,35	0,315	251,0	1,01527	254,8	$N : 0 = 1 : 0,0025$.
1,1030	0.02777	0,40	0,360	286,9	1,01251	290,4	$\varepsilon \pm 23.9$.
1,2959	0,02995	0,42	0.378	301,2	1,01149	304,7	$r \pm 16,2$.
1,3582	0,03075	0,44	0,396	315,5	1,01126	319.1	$R \pm 7,2$.
1.2959	0,02995	0,38	0,341	271,7	1,01149	274,8	φvqm zwischea 281,5 und 296 ccm.
		1.99	1.79	1426,3		1443,8	ε in %:
		0,398	0,358	285,26		288,76	Cylinder: $\pm 13,2$. Konus: $\pm 8,3$.

Serie III.

Nr.	V	s	$s-d$	d	v	mv	vqm	φ	φvqm	$0 = 24.435$
12	56,3	1,6157	1,5288	0,08686	0,69	0,556	227,5	1,02802	233.9	$N : 0 = 1 : 0,0049$.
13	56,3	1,6157	1,5288	0,08686	0,78	0,628	257,0	1,02802	264,2	$\varepsilon \pm 22$.
14	54.9	1,5364	1,4518	0,08954	0,75	0,604	247,2	1,02871	254,3	$r \pm 14.9$.
15	54.9	1.5364	1,4518	0,08954	0,65	0.524	214.4	1,02871	220,6	$R \pm 6.65$.
16	53.5	1.4590	1,3768	0.08217	0.63	0.508	207.9	1,02941	214.0	Volnmen 230,8—244.
Summe:	275,9				3.5	2.82	1154.0		1187.0	
Mittel:	55,2				0,7	0,564	230,8		237,4	

$s-d$	d	v	mv	vqm	φ	φvqm	$0 = 24,695$
1,5495	0,0663	0.62	0,521	211,0	1,02117	215,4	$N : 0 = 1 : 0,005$.
1.5495	0,0663	0.62	0.521	211,0	1,02117	215.4	$\varepsilon \pm 28,4$.
1.4718	0,0645	0.72	0,605	245,0	1.0217	250,3	$r \pm 19.2$.
1,4718	0.0645	0,80	0,672	272,1	1.0217	278,0	$R \pm 8,6$.
1,3962	0,0628	0.62	0.521	211,0	1,02224	215,7	φvqm zwischen 226.4—249,5.
		3,38	2,84	1150,1		1174,8	ε in %:
		0,676	0,568	230,02		234,96	Cylinder: $\pm 9,29$. Konus: $\pm 12,1$.

Serie IV.

Nr.	V	s	$s-d$	d	v	mv	vqm	φ	φvqm	$0 = 45,73$
17	54.9	1,5364	1,3709	0,1654	1,05	0,771	168.6	1.05861	178.5	$N : 0 = 1 : 0,0092$.
18	53,5	1,459	1,299	0,1600	0,8	0,5877	Fangverlust bei der Messung			$\varepsilon \pm 11,8$.
19	54.9	1,5364	1,3709	0,1654	1,04	0,7640	167,1	1,05861	176.9	$r \pm 8$.
20	54,9	1.5364	1,3709	0,1654	1,08	0,7933	173.5	1,05861	183,6	$R \pm 4$.
21	53.5	1.459	1.299	9,1600	1.19	0,8740	191,1	1,0598	202.6	Volnmea 181.4—189,4.
Samme:	27.17				5,16	3,2023	700,3		741,6	
Mittel:	54.34				1,032	0,8058	175,1		185,4	

$s-d$	d	v	mv	vqm	φ	φvqm	$0 = 45.73$
1,4103	0.1261	1.21	0,97813	213,9	1,04375	223,3	$N : 0 = 1 : 0.0092$.
1,3369	0,1221	1.0	0.80845	176,9	1,04468	184,8	$\varepsilon \pm 17,5$.
1,4103	0.1261	1,08	0.87331	191,0	1,04375	199,3	$r \pm 11,8$.
1,4103	0,1261	1.18	0,95390	208,6	1,04375	217,7	$R \pm 5,3$.
1,3369	0,1221	1.22	0.98621	215.7	1,04468	225.3	φvqm zwischen 204,8—215.3.
		5,69	4,6	1006,1		1050,4	ε in %:
		1,138	0.92	201.25		210.08	Cylinder: $\pm 6,4$. Konus: $\pm 8,3$.

Serie V.

Nr.	V	s	$s-d$	d	v	mv	vqm	φ	φvqm	$0 = 90{,}191$
22	51,0	1,3258	1,0127	0,3132	1,72	1,3674	151,6	1,14422	173,5	$N : 0 = 1 : 0{,}018$.
23	48,7	1,2089	0,9149	0,244	1,71	1,3594	150,7	1,1495	173,3	$\varepsilon \pm 17.8$.
24	59,5	1,8046	1,4219	0,3827	2,13	1,6933	187,7	1,1266	211,5	$r \mp 12.0$.
25	53,5	1,459	1,1248	0,3342	1,97	1,5661	173,6	1,1389	197,8	$R \mp 5.6$.
26	51	1,3258	1,0127	0,3132	2,03	1,6138	178,9	1,14422	204,7	φvqm zwischen 186.5—197.8.
Summe:	263,7				9,56	7,6	842,5		960,8	
Mittel:	52,74				1,912	1,52	168,5		192,16	

Serie VI.

Nr.	V	s	$s-d$	d	v	mv	vqm	φ	φvqm	$0 = 367{,}69$
27	52,2	1,389	0,4144	0,9745	5,18	3,7028	100,7	1,82203	183,5	$N : 0 = 1 : 0{,}074$.
28	52,2	1,389	0,4144	0,9745	5,42	3,8744	105,4	1,82203	192	$\varepsilon = \pm 2.18$.
29	56,5	1,616	0,5155	1,1002	5,39	3,8529	104,8	1,7703	185,5	$r \pm 1.47$.
30	53,5	1,459	0,4968	1,0122	4,90	3,5027	95,3	1,80704	172,1	$R \mp 0.66$.
31	53,5	1,459	0,4968	1,0122	5,27	3,7672	102,5	1,80704	185,1	φvqm zwischen 183—184,3.
Summe:	267,9				26,16	18,7	508,7		918,2	
Mittel:	53,6				5,232	3,74	101,74		183,6	

Serie VII.

Nr.	V	s	$s-d$	d	v	mv	vqm	φ	φvqm	$0 = 1226$ qcm
32	51	1,3258	0,059	1,2668	5,03	4,1056	33,49	4,7422	158,8	$N : 0\ 1 : 0{,}246$.
33	52,2	1,3890	0,0637	1,3253	6,86	5,5979	45,66	4,6689	213,8	$\varepsilon = \pm 26{,}4$.
34	53,5	1,4590	0,0692	1,3898	7,72	6,3011	51,40	4,5294	236,0	$r = \mp 22{,}4$.
35	51	1,3258	0,059	1,2668	6,12	4,995	40,75	4,7422	193,2	$R \mp 11{,}2$.
Summe:	207,7				25,73	21	171,30		801,8	φvqm zwischen 189,3—211,7.
Mittel:	51,9				6,43	5,25	42,83		200,45	

15. November. Serie VIII.

Nr.	V	s	$s-d$	d	v	Trockengewicht Gramm	vqm	Gewicht qm	φ	φvqm	φgqm	$0 = 1225$. $N : 0 = 1 : 0{,}246$
36	50	1,2743	0,0553	1,2190	4,7	0,2246	38,37	1,8335	4,8002	184,17	8,8007	$\varepsilon_v = \pm 6{,}5$. $\varepsilon_g = \pm 0{,}143$.
37	51,3	1,3415	0,05818	1,2812	4,8	0,2249	39,18	1,8359	4,7194	184,93	8,6644	$r_v = \pm 4.4$. $r_g = \mp 0{,}096$.
38	49	1,2239	0,0517	1,1722	4,4	0,2051	35,92	1,6743	4,8656	174,77	8,1465	$R_v = \mp 2$. $R_g = \mp 0{,}043$.
39	51,3	1,3415	0,05818	1,2812	5,0	0,2409	40,82	1,9665	4,7194	192,63	9,2809	φvqm zwischen 182,8—186,9.
40	45,5	1,0553	0,04044	1,01484	4,5	0,2121	36,73	1,7314	5,1089	187,67	8,8457	φgqm 8,704—8,791.
Summe:	247,1				23,1	1,1076	191,02	9,0416		924,17	43,7382	
Mittel:	49,4				4,68	0,22152	38,204	1,8083		184,83	8,7476	

Serie IX.

Nr.	V	s	$s-d$	d	v	Gramm	vqm	Gew. qm	φ	φvqm	φgqm	$0 = 1225$
41	25	0,3186	0,00579	0,3128	3,5	0,1816	28,57	1,4825	7,4166	211,9	10,995	
42	23,8	0,2887	0,00463	0,2841	2,7	0,1247	22,04	1,0180	7,8953	174,0	8,037	
Summe:	48,8				6,2	0,3063	50,61	2,5005		385,9	19,032	
Mittel:	24,4				3,1	0,1532	25,31	1,2503		192,95	9,516	

Serie X.

Nr.	V	s	$s-d$	d	v	Gramm	vqm	Gew. qm	φ	φvqm	φgqm	$0 = 1225$
43	71,5	2,6059	0,18121	2,4247	6,9	0,3007	56,327	2,455	3,7927	213,61	9,309	
44	100	5,0974	0,50888	4,58848	7,4	0,3384	60,408	2,763	3,165	191,2	8,743	
Summe:	171,5				14,3	0,6391	116,735	5,218		404,81	18,052	
Mittel:	85,8				7,15	0,3196	58,368	2,609		202,4	9,026	

Serie V.

$s-d$	d	v	mv	vqm	φ	φvqm	$0 = 90{,}6$
1,08	0,2458	2,1	1,6467	181,7	1,1079	201,3	$N : 0 = 1 : 0{,}018$.
0,9784	0,2306	2,57	2,015	222,4	1,1116	247,2	$\varepsilon \pm 26{,}8$.
1,508	0,2971	2,03	1,588	175,3	1,09414	191,8	$r \mp 18{,}0$.
1,1973	0,2617	1,84	1,443	159,3	1,1039	175,8	$R \pm 8{,}1$.
1,08	0,2458	2,05	1,6073	177,4	1,1079	196,5	φvqm zwischen 194,5—210,6.
		10,59	8,3	916,1		1012,6	ε in %:
		2,118	1,66	183,25		202,52	Cylinder: $\pm 9{,}3$. Konus: $\pm 13{,}2$.

Serie VI.

$s-d$	d	v	mv	vqm	φ	φvqm	$0 = 367{,}69$
0,5405	0,8485	5,16	3,7326	101,5	1,603	162,7	$N : 0 = 1 : 0{,}074$.
0,5405	0,8485	5,92	4,2824	116,5	1,603	186,7	$\varepsilon \pm 12$.
0,6614	0,9543	5,95	4,3041	117,1	1,569	183,6	$r \mp 8$.
0,5774	0,8816	5,28	3,8194	103,9	1,5896	165,1	$R \mp 3{,}6$.
0,5774	0,8816	5,20	3,7615	102,3	1,5896	162,6	φvqm zwischen 168,5—175,8.
		27,51	19,9	541,3		860,7	ε in %:
		5,502	3,98	108,26		172,14	Cylinder: $\pm 1{,}9$. Konus: $+ 6{,}9$.

Serie VII.

$s-d$	d	v	mv	vqm	φ	φvqm	$0 = 1165$
0,1013	1,2246	6,63	5,4044	46,4	3,6185	167,9	$N : 0 = 1 : 0{,}234$.
0,1093	1,2797	8,08	6,5864	56,5	3,5648	201,5	$\varepsilon \pm 23{,}3$.
0,1186	1,3404	8,34	6,7982	58,4	3,5074	204,7	$r \mp 15{,}7$.
0,1013	1,2246	6,27	5,1110	43,9	3,6185	158,7	$R \mp 7{,}9$.
		29,32	23,9	205,2		732,8	φvqm zwischen 175,3—191,1.
		7,33	5,975	51,28		183,2	ε in %: Cylinder: $\pm 13{,}2$. Konus: $\pm 12{,}7$.

Serie VIII.

$s-d$	d	v	Trockengewicht Gramm	vqm	Gewicht qm	φ	φvqm	φgqm	$0 = 1225$. $N : 0\ 1 : 0{,}245$	
0,0869	1,1875	5,35	0,3059	43,67	2,4968	3,8784	169,38	9,6836	$\varepsilon_v = \pm 15{,}2$	$\varepsilon_g = \pm 1{,}018$.
0,0945	1,2469	6,4	0,2466	52,25	2,0130	3,7672	196,82	7,5836	$r_v = \mp 10{,}3$	$r_g = \mp 0{,}69$.
0,0734	1,1505	5,6	0,2752	45,71	2,2465	4,0832	186,66	9,1729	$R_v = \mp 4{,}6$	$R_g = \mp 0{,}31$.
0,0945	1,2469	6,7	0,2829	54,58	2,3090	3,7672	206,05	8,6999	φvqm	φgqm.
0,0636	0,9916	5,52	0,3079	42,86	2,5135	4,0723	174,52	10,2357	182,1 191,3	8,77—9,38.
		29,57	0,4185	241,07	11,5788		933,43	45,3758	ε in %:	
		5,914	1,2837	48,214	2,3157		186,68	9,0752	Cylinder: $v + 3{,}53$ $g + 1{,}6$. Konus: $v + 8{,}1$ $g \pm 11{,}2$.	

Serie IX.

$s-d$	d	v	Gramm	vqm	Gew. qm	φ	φvqm	φgqm	$0 = 1225$
0,0088	0,3098	5,1	0,2089	41,63	1,7053	6,0157	250,46	10,2586	
0,00744	0,2813	3,0	0,1249	24,48	1,0196	6,2297	152,56	6,3518	
		8,1	0,3338	66,11	2,7249		403,02	16,6104	
		4,1	0,1669	33,055	1,3625		201,51	8,3052	

Serie X.

$s-d$	d	v	Gramm	vqm	Gew. qm	φ	φvqm	φgqm	$0 = 1225$
0,2793	2,266	7,2	0,3302	58,775	2,6955	3,0551	179,56	8,0476	
0,72175	4,37561	8,2	0,3534	66,939	2,8849	2,6576	177,89	7,6666	
		15,4	0,6896	125,714	5,5804		357,45	15,7142	
		7,7	0,3418	62,857	2,7902		178,73	8,8571	

ausgedrückten mittleren Fehler, rechts auf der Tabelle erkennen kann, die bis auf ± 6, ja auf $\pm 2\,^0/_0$ herabgehen können. Es vermindern sich die Schwankungen bei Vergrösserung der Netzmündungen auf das 200 fache nicht sehr stark. Der Meeresfläche gegenüber macht freilich eine solche Vergrösserung nicht viel aus, selbst einem kleinen Meer gegenüber sind Grössen von 1200 qcm verschwindend klein. Die *Mittel* aus den Serien ergeben auf den *Quadratmeter Oberfläche* berechnet folgende Erträge.

	Cylinder	Konus		Cylinder	Konus
Serie I	277 ccm	279 ccm	Neue Serie VIII	38 ccm	48 ccm
» II	252 »	285 »	» » IX	29 »	42 »
» III	231 »	230 »	» » »	22 »	24 »
» IV	175 »	201 »	» » X	56 »	59 »
» V	169 »	183 »	» » »	60 »	67 »
» VI	101 »	108 »			
» VII	43 »	51 »			

Diese Fänge von gleich grossen Oberflächen sind also höchst verschieden unter sich, trotzdem sogar alle Fänge der neuen Serie mit genau der *gleichen* Oeffnung, aber freilich mit absichtlich sehr stark veränderter Geschwindigkeit gemacht worden sind. In Bezug auf die Zuggeschwindigkeit *und* die Oeffnung sind nur Serie VII und VIII direkt vergleichbar, die letztere dreissig Tage später als die erstere erworben. Man sieht, dass sich in dieser Zeit das Planktonvolumen nur um wenige $^0/_0$ vermindert hat. Die Bestandtheile waren nach wie vor hauptsächlich Ceratien, die, wie durch meine früheren, jetzt durch Herrn *Brandt* fortgesetzten Versuche erwiesen ist, in diesen Monaten an jedem Tag in annähernd gleicher Menge gefunden zu werden pflegen. Die Annahme, dass während des ersten Tages, an dem jene Serien gefangen wurden, der Planktongehalt des Meeres kontinuirlich gefallen sei und sich daraus die Abnahme der Fänge erkläre, wird schon dadurch widerlegt, dass die Fänge der einzelnen Serien, die in der Reihenfolge aufgeführt sind, wie sie gemacht wurden, keine kontinuirliche Abnahme, sondern häufig das Gegentheil davon zeigen. Nach der Einrichtung der Netze war es nicht möglich, schliesslich noch wieder mit enger Mündung zu fangen, was immerhin wünschenswerth gewesen wäre, es wird sich aber zeigen, dass das Verhalten der Fänge annähernd ein solches gewesen ist, wie es bei völlig gleichmässig vertheiltem Plankton hätte sein müssen. Die gröbere Veränderung muss auf die Aenderung der Methodik des Fischens bezogen werden. Man erkennt auch sofort einige Regeln: 1. je grösser die Oeffnung, desto *geringer* ist der Fang auf die Flächeneinheit bezogen; 2. das konische Netz fängt mit nur einer Ausnahme stets *mehr*, als das cylindrische; 3. bei *schnellerem* Zug *vermehrt* sich der Fang.

Es ist also klar, dass diese Fänge einer Korrektion bedürfen, denn dass man sich verirrt hat, als man glaubte, aus Fängen mit dem Schmetterlingsnetz oder gar mit solchem Netz aus beliebigem dichten Zeug einen Schluss auf Quantitäten zu ziehen, ist kaum noch zu verkennen.

Wenden wir also, und zwar zunächst für das Cylindernetz, die oben gegebenen Formeln an, so ergiebt sich freilich zunächst, dass für die ganz kleinen Oeffnungen die Seite 86 gegebene Filtrationstabelle nicht ausreicht. Die Tafel geht nur auf den Druck von 1 mm hinab, während wir hier auf ein d von 0,2 mm und weniger kommen. Es würde kein allzugrosser Fehler sein, wenn man so interpolirte, als wenn die Kurve von 0 bis 1 mm gradlinig wäre, aber weil ich, wie man sieht, im vorliegenden Fall möglichst genau zu rechnen wünschte, habe ich auch für ganz kleine Werthe den Gang der Kurve für das Planktonzeug Nr. 20 bestimmt und trage hier die betreffenden Zahlen nach. (Fünfstellige Logarithmen reichen für die Rechnungen, selbst wo die Fänge gewogen wurden, aus, aber da zum Theil mit Potenzen gerechnet wird, habe ich damals siebenstellige Logarithmen genommen, die sich leicht reduciren lassen. Eine mir befreundete Dame hat die grössere Anzahl der Vergleichsfänge nach der nachfolgenden, auf 5 Stellen reducirten Tabelle berechnet.)

Planktonzeug Nr. 20.

d cm	w	Δw	log. w	Δ log. w	log. Δ log. w
0,01	0,03253	0,03211	0,51224—2	0,29829	0,47465—1
0,02	0,06464	0,03172	0,81053—2	0,17336	0,23894—1
0,03	0,09636	0,03132	0,98389—2	0,12122	0,08357—1
0,04	0,12768	0,03092	0,10511—1	0,09521	0,97867—2
0,05	0,1586	0,03055	0,20031—1	0,07650	0,88364—2
0,06	0,18915	0,03018	0,27681—1	0,06428	0,80806—2
0,07	0,21933	0,02980	0,34109—1	0,05534	0,74301—2
0,08	0,24913	0,02944	0,39642—1	0,04851	0,68580—2
0,09	0,27857	0,02863	0,44493—1	0,04249	0,62826—2
0,10	0,30720	0,02786	0,48742—1	0,03770	0,57633—2
0,11	0,33506	0,02712	0,52512—1	0,03381	0,52902—2
0,12	0,36218	0,02641	0,55893—1	0,03057	0,48527—2
0,13	0,38859	0,02579	0,58949—1	0,02790	0,44562—2
0,14	0,41438	0,02509	0,61739—1	0,02553	0,40706—2
0,15	0,43947	0,02444	0,64293—1	0,02351	0,37122—2
0,16	0,46391	0,02383	0,66643—1	0,02176	0,33761—2
0,17	0,48774	0,02323	0,68819—1	0,02021	0,30548—2
0,18	0,51097	0,02266	0,70840—1	0,01884	0,27517—2
0,19	0,53363	0,02211	0,72724—1	0,01763	0,24627—2
0,2	0,55574	0,22816	0,74487—1	0,14939	0,17432—1

d cm	w	Δw	log. w	Δ log. w	log. Δ log. w
0,3	0,78390	0,21432	0,89426—1	0,10497	0,02105—1
0,4	0,99822	0,20663	0,99923—1	0,08171	0,91226—2
0,5	1,00485	0,20047	0,08093	0,06684	0,82505—2
0,6	1,40532	0,19547	0,14778	0,05656	0,75250—2
0,7	1,60079	0,19155	0,20433	0,04909	0,69096—2
0,8	1,79234	0,18847	0,25342	0,04342	0,63771—2
0,9	1,98081	0,18566	0,29684	0,03891	0,59006—2
1,0	2,16647	0,18343	0,33575	0,03530	0,54773—2
1,1	2,34990	0,18140	0,37105	0,03229	0,50912—2
1,2	2,53130	0,17965	0,40334	0,02978	0,47389—2
1,3	2,71005	0,17920	0,43312	0,02766	0,44191—2
1,4	2,88925	0,17707	0,46079	0,02583	0,41216—2
1,5	3,06632	0,17589	0,48662	0,02422	0,38424—2
1,6	0,34221	0,17479	0,51084	0,02280	0,35801—2
1,7	3,41700	0,17379	0,53365	0,02154	0,33334—2
1,8	3,59079	0,17282	0,55519	0,02041	0,30995—2
1,9	3,76361	0,1721	0,57560	0,01942	0,28844—2
2,0	3,9357	0,8433	0,59502	0,08440	0,92637—2
2,5	4,7800	0,8104	0,67943	0,06802	0,83260—2
3,0	5,5904	0,7502	0,74744	0,05469	0,73789—2
3,5	6,3406	0,6806	0,80213	0,04428	0,64622—2

Die Rechnung für das cylindrische Netz gestaltet sich wie folgt. Man berechnet $\frac{v^2}{2g} = s$ und entnimmt aus der Tabelle der Fänge S. 92a dasjenige »d«, das den vorliegenden Verhältnissen der Zuggeschwindigkeit, der Eingangsöffnung und Netzfläche am besten entspricht. Die Fläche der Eingangsöffnung sei mit »0«, die Fläche der Netzwand mit »N« bezeichnet.

Man rechnet nun

$$(s-d)\ 2\,g = v^2_{(s-d)} \quad (2\,a)$$

und

$$\frac{v_{(s-d)} \cdot O}{N} = w_{(d')}$$

wo d, d', $d''\ldots$, d_n die Annäherungswerthe von d bedeuten sollen. d' wird aus der gegebenen Tafel ermittelt. Man kommt ziemlich rasch auf einen genauen Werth von d, wenn man einige Male den Ansatz mit dem neuen Werth von $s-d$ wiederholt. Die Gleichung

$$\frac{v_{(s)} \cdot O}{v_{(s-d_n)}\,O} = \frac{v_{(s)}}{v_{(s-d_n)}} = \varphi \quad (4)$$

giebt dann den Koefficienten φ, mit dem der gefundene Werth für die Flächeneinheit zu multipliciren ist, um angenähert den wirklichen Inhalt unter der Flächeneinheit des Meerestheils an Plankton zu finden. $\frac{1}{\varphi}$ giebt an, wie gross die Eingangsöffnung hätte sein müssen, durch die das Wasser, mit der mittleren Geschwindigkeit $v_{(s)}$ strömend, den wirklich gewonnenen Fang hätte liefern müssen, in anderen Worten: giebt den Querschnitt der wirklich durchfiltrirenden Wassersäule. Es ist zu beachten, dass φ unter der Annahme berechnet ist, dass der Druck überall im Netz gleich sei, weiterhin wird sich die Aenderung ergeben, welche der Koefficient durch das Druckgefälle erleidet. Die Zeit oder die Wegestrecke, die durchfischt wurde, bleibt ausser Rechnung, weil die gegebene Konstante, die Masse des Fanges nämlich, an und für sich darüber nichts aussagt, w i e o f t bei einem Fang die für den Weg in einer Sekunde berechnete Wegestrecke durchlaufen wurde.

Ich führe hier die Rechnung für den Fang Nr. 1 der obigen Tabelle aus.

$\log 53{,}5^2 = 3{,}45671$
$\log 2\,g = 3{,}29265$
$\log s = 0{,}16406$
$s = 1{,}459$
$d = 0{,}020$
$s-d = 1{,}439$

$\log s-d = 0{,}15806$
$\log 2g = 3{,}29265$
$\log v^2 = 3{,}45071$
$\log v = 1{,}72536$
$\log O = 0{,}78866$
$\log v_{(s-d)} \cdot O = 2{,}51402$
$\log N = 3{,}69683$
$\log w_{(d')} = 0{,}81719 - 2$

$\log 2\,g = 3{,}29265$
$\log O = 0{,}78866$
$\log N = 3{,}69683$
$\log 53{,}5 = 1{,}72835$
$\log \Delta w_{(0,02)} = 0{,}50128 - 2$
$\Delta w_{(0,02)} = 0{,}031716$

$w_{(d')} = 0{,}065644$
$w_{(d)} = 0{,}064644$
$\Delta = 0{,}001000$

$0{,}031716 : 0{,}01 = 0{,}001 : x$
$31716 : 0{,}01 = 1000 : x$
$\log 10 = 1{,}00000$
$\log 31716 = 4{,}50128$
$\log x = 0{,}49872 - 4 = 0{,}0003153$
$d_{(0,02)} = 0{,}020000$
$d' = 0{,}0203153$

$s = 1{,}459$
$d' = 0{,}020315$
$s-d' = 1{,}438685$

$\log s-d' = 0{,}15797$
$3{,}29265$
$3{,}45062$
$1{,}72531$
$0{,}78866$
2,51397
$3{,}69683$
$\log w_{(d'')} = 0{,}81714 - 2$

$w_{(d'')} = 0{,}065636$
$0{,}064644$
$0{,}000992$

$s = 1{,}459$
$d'' = 0{,}020313$
$s-d'' = 1{,}438687$ giebt log 0,15797 identisch mit log $s-d'$!

$\log 0{,}99651 - 1$
$4{,}50128$
$\log x = 0{,}49523 - 4$

$\Delta_{(d'')} = 0{,}0003128$
$0{,}0200000$
$d'' = 0{,}0203128$

$\log 53{,}5 = 1{,}72835$
$\log O = 0{,}78868$
$\log v_s \cdot O = 2{,}51703$
$\log v_{(s-d'')}\,O = 2{,}51317$
$\log \varphi = 0{,}00306 \quad \varphi = \mathbf{1{,}00707}$

Nach diesem Schema sind alle Fänge des cylindrischen Netzes in der Tabelle berechnet, dabei lassen sich übrigens noch kleine Rechnungsvortheile anbringen.

Die Rechnung ergiebt, wie schon gesagt, den mittleren Druck im Netz unter der Voraussetzung, dass nicht etwa der Einstrom durch einen höheren Druck am Eingang behindert sei. Diese Voraussetzung schien mir bei verengter Oeffnung und einem so sehr weitem Rohr, wie es das Netz bildet, erlaubt zu sein. Die Tabelle ergiebt unzweifelhaft, dass diese Voraussetzung nicht genau genug zutrifft, sondern dass ein nennenswerthes Gefälle, eine nennenswerthe Steigerung von »d« am proximalen Theil des Netzes stattfinden muss. Während die in der Rubrik »vqm« stehenden, pro qm Meeresoberfläche berechneten Fänge mit Erweiterung der Mündung ganz bedeutend abnehmen, verringert sich der Unterschied allerdings erheblich, sobald mit dem Faktor »φ« multiplicirt wird, aber man sieht auch, dass diese Multiplikation noch nicht ausreicht, um den graduellen Unterschied der verschiedenen Serien verschwinden zu lassen. Die zeitlichen und lokalen Schwankungen des Plankton, die, wie ich glaube, 10 % nicht übersteigen, können hier, weil zu wenig Beobachtungen vorliegen, noch nicht ausreichend eliminirt werden, sie würden übrigens Schwankungen um eine Mittellage ergeben müssen, von der in den Summen der Serien noch nichts zu bemerken ist.

Um etwas weiter zu kommen, werden hier die hauptsächlichsten Zahlen der Tabelle zusammengestellt.

Zusammenstellung der Ergebnisse der Fänge. Tabelle Seite 92a.

Cylindrisches Netz. Oktoberfang. 10,7 m. Konisches Netz.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Serie	Zuggeschwindigkeit	Oeffnung qcm	Minimum	Mittel	Maximum	annehmbarer Werth v. φvqm	ψ	Oeffnung	Minimum	Mittel	Maximum	annehmbarer Werth	ψ
I	53	6,1	261,8	278,6	295,5	284 [1])	1,01414	6,15	271,4	280,7	290,2	(286)	
II	47,9	12,6	241,8	256,2	262,2	262	1,1098	12,55	281,5	288,8	296	281,5	1,0286
III	55,2	24,4	230,8	237,4	244,1	234	1,2571	24,7	226,4	235	249	239	1,2227
IV	54,3	45,7	181,4	185,4	189,4	190(?)	1,6251	45,7	205	210	215	210	1,422
V	52,7	90,2	186,5	192,2	197,8	189	1,7262	90,6	194	202,5	210,5	194	1,629
VI	53,6	367,7	183	183,6	184,3	184	2,8067	367,7	168,5	172,1	175,8	176	2,585
VII	51,9	1226	189,3	200,5	211,7	189	7,068	1165	175,3	183,2	191	175	6,255
Fang vom November. 10 m, wirklicher Planktongehalt = 279,24 ccm.													
VIII	49,4	1225	182,8	184,8	186,9	185	7,068	1225	182	186,7	191,3	187	5,726
Nr. 41	25	»		211,9			9,774	»		250,5			6,705
» 42	23,8	»		174			12,67	»		152,6			10,89
» 43	71,5	»		213,6			4,958	»		179,6			4,751
» 44	100	»		191,2			4,6225	»		177,9			4,172

[1]) Wirklicher Planktongehalt für 10,7 m Tiefe wird $\frac{\psi}{\varphi} . 284 = 286$ ccm.

In obige Rubriken 4—6 sind die bereits mitgetheilten Grenzwerthe eingetragen, das sind die Werthe, zwischen die das Mittel bei genügend ausgedehnten Beobachtungen wahrscheinlich hineinfallen dürfte; es kann auch ausserhalb dieser Grenzen fallen, aber das wird jedenfalls nur selten eintreffen. Zwischen diesen Mitteln kann man auswählen, wenn anderweite Gründe für solche Wahl geltend zu machen sind. Diese Wahl habe ich in Rubrik 7 und 12 getroffen und stütze mich dabei darauf, dass die Reihe der Serien kontinuirlich abnehmende Fänge ergeben muss und dass die gleichzeitig fangenden Netze sich gegenseitig bezüglich des Gangs der Fänge der Serien ergänzen werden.

Die Uebersicht erweist klar, dass der berechnete Faktor φ noch nicht gross genug ist, um den Ausfall bei den Fängen mit grösserer Oeffnung zu decken. Die Tabelle zeigt, dass nicht so viel Plankton, also auch nicht so viel Wasser in das Netz hineingeflossen und demgemäss abfiltrirt ist, als die Rechnung ergiebt. Es hätte die berechnete Wassermasse eintreten müssen (der Koefficient k in dem Eingang wird kaum von 1 verschieden sein können), wenn der Druck $s - d$ im Eingang wirklich vorhanden gewesen wäre. Da s unzweifelhaft richtig ist, muss d am Eingang des Netzes grösser gewesen sein.

Da also 1. die Annahme, dass der Druck im Netze überall annähernd gleich hoch sei, keine ausreichende Korrektion ergiebt, da es sich 2. zeigt, dass der Druck am Eingang, also auch am proximalen Rand des Netzes höher gewesen sein muss, als der Annahme unter 1. entspricht, so muss 3. der Druck an den weiter abstehenden Theilen des Netzes viel niedriger gewesen sein, als der berechnete Druck d, weil in Summa bedeutend weniger filtrirt ist, als die Rechnung von φ ergiebt. Dies Alles beweist, dass ein nennenswerthes Druck- und Filtrationsgefälle in dem Netz vorhanden sein muss.

Hier interessirt nur das Filtrationsgefälle. Weil vom proximalen Randtheil aus gerechnet immer nur eine Quote des in der Zeiteinheit filtrirenden Wassers abfiltrirt wird, von der folgenden Netzzone wieder nur eine Quote des noch vorhandenen Restes u. s. w., so wird am Ende eines noch so langen cylindrischen Netzes immer noch eine, wenn auch ganz minimale Menge Wasser filtriren: das Gefälle verläuft asymtotisch.

Für Serie I habe ich angenommen, dass die innere Wand des in der Sekunde filtrirenden Wasserrings durch die Oberfläche eines abgestumpften Rotationsparaboloids gebildet werde, die äussere Wand des Ringes liegt der cylindrischen Netzwand an, die Höhe des Cylinders, des Ringes und des Paraboloids ist $= 40{,}02$ cm, und der Radius r des Cylinders $= 19{,}787$ cm.

Aus mathematischen Hilfsbüchern [1]) sind die erforderlichen Formeln leicht zu entnehmen. Es ist Cylindervolumen $= r^2 \pi h$, Volumen des abgestutzten Paraboloids $= m\,h\,.\, m = (\rho_{\prime}^2 + \rho^2)\,\frac{\pi}{2}$, wo $\rho_{\prime}$ und ρ die Radien des Paraboloids, m dessen Mittelfläche sind.

Die Differenz der beiden Volumina ist die Grösse des Volumens unseres paraboloidisch ausgedrehten Ringes, der die in der Sekunde filtrirende Wassermasse enthält. Der Radius der Mittelfläche ist $= r - w_{(d)}$, setzt man $\rho_{\prime} = r$, was für Serie I mit so sehr niedrigen Werthen gestattet ist, so lässt sich die Rechnung ausführen. ρ wird 19,6563 cm, es ist

[1]) Ligowski, Taschenbuch der Mathematik. 1893.

Volumen des Cylinders	=	49223,9
» » Paraboloids	=	48901,0
» » filtrirenden Wasserringes	=	322,9 ccm.

Aus diesem Volumen berechnet sich ein Koefficient ψ von 1,0089, der also sehr wenig grösser ist als φ. Dagegen findet sich, dass bei einem ρ von 19,6563 cm im Eingang ein Druck $d$max = 0,04094 cm, also ein $s - d$max von 1,39092 steht; dieser Druck genügt nicht, um den Inhalt des Ringes zu decken, er giebt nur einen Einfluss von 321,2 ccm und dementsprechend ein ψ von 1,01414. Dies letztere ψ habe ich als richtig angenommen, es hat übrigens wenig Einfluss, ob die eine oder andere Zahl gewählt wird, weil diese Serie schon ohne Multiplikation den wirklichen Planktongehalt nahe richtig giebt.

Diese und weitere Rechnungen mit den Serien überzeugen, dass die Annahme eines parabolischen Gefälles der Filtration nicht ausreicht, und dass man also an weniger einfache Kurven zu denken hat. Ich muss es unterlassen, die Untersuchung in dieser Richtung weiter zu führen.

Ist einmal, wie in dem vorliegenden Fall, der Planktongehalt des Wassers bestimmt worden, dann ist es leicht, dasjenige ψ anzugeben, mit welchem die Fänge der anderen Serien zu multipliciren sind, um richtig auf diesen Gehalt zu führen. Man macht bei der Uebersicht (S. 96) die Bemerkung, dass bei langsamem Zug von demselben Netz gegen dreimal weniger gefangen wird, als bei rascherem Zug, ψ steigt im ersteren Fall über 10! Wenn hinter dem Schiff mit ausgehängtem Schwebnetz gefischt worden ist, kann der Fang je nach Schnelligkeit der Fahrt um ein Vielfaches variiren, ohne dass man auf Schwankungen des Planktongehalts schliessen dürfte. Diese müssen erst unter Berücksichtigung der Fahrstrecke und der Geschwindigkeit näher ermittelt werden.

Die Rechnung für φ giebt für ein Netz mit weiter Mündung und unter raschem Zug eine etwas bessere Korrektion, als in den umgekehrten Fällen. Das dürfte so zu erklären sein, dass bei hohem Druck im Netz und grossem Einstrom die Kurve der Filtration (vgl. die Filtrationstabellen) weniger krumm verläuft und der Mittelwerth daher dem wirklichen Werth etwas näher steht. Es beruht wohl auf diesem Umstand, dass in Serie VII der berechnete Fang so gross erscheint, als wenn sich der Planktongehalt des Wassers vermehrt hätte.

Das Filtrationsgefälle am proximalen Rande des Netzes wird ein ziemlich steiles sein (etwa 4°). Namentlich an dieser Randzone werden die Planktonmassen dicht abgelagert und zwar unter ziemlich starkem Druck, der freilich eine Höhe von mehr als 5 cm bei dieser Art der Fischerei überhaupt nicht erreichen wird. In den tieferen Theilen des Netzes werden die Organismen nur einen sehr schwachen Druck erlitten haben, aber bei dem Herausheben des Netzes aus dem Wasser kann sehr leicht ein hoher Druck eintreten. Will man also gewisse Formen möglichst schonend fangen, so wird man den Eimer zuerst abhängen und entleeren müssen, und dann erst die im Netz weiter oben liegende Masse abspülen dürfen. Thiere, die Bewegungsfähigkeit und Lichtempfindung haben, können sich vielleicht in ein angehängtes Glasgefäss flüchten und dann demselben schonend entnommen werden.

Bezüglich des konischen Netzes sind die gefundenen Formeln etwas zu erweitern.

Wenn eine feste Platte senkrecht gegen ihre Grundfläche durch das Wasser gezogen wird, so erleidet sie von vorn einen Druck und von hinten her den gleichen Zug; Druck und Zug summiren sich und bewirken eine Durchbiegung der Platte. Ist die Platte trichterförmig gestaltet, etwa mit dem spitzen Winkel 2α, so zerlegt sich die Druck- oder Zugkraft z nach dem Parallelogramm der Kräfte in eine Komponente $z \cos \alpha$, die in der Richtung der Trichterwand verläuft und eine Komponente $z \sin \alpha$, die senkrecht gegen die Trichterwand gerichtet ist.

Das konische Netz stellt einen solchen Trichter dar, nur sind seine Wände durchlässig. Wie für das cylindrische Netz, nehmen wir auch für das konische Netz an, dass in ihm überall der Druck d herrsche. An der äusseren Netzwand wird überall ein gewisser Zug wirken. Ist $v_{(s)}$ die Zuggeschwindigkeit, so ist die Zugkomponente nicht $s \,.\, \sin \alpha$, weil unter Wirkung von d der Strom $w_{(d)}$ aus dem Netz austritt und dieser durch den Zug lediglich eine Beschleunigung erleidet. Ich nehme diese Zugkraft zu: $d \sin \alpha$ und finde, dass damit die Rechnung sich befriedigend ausführen lässt, was mit $s \,.\, \sin \alpha$ nicht möglich ist.

Das Netz besteht aus einem konischen Theil, dessen filtrirende Fläche C heissen möge, und dem cylindrischen Eimer, dessen filtrirende Fläche E heisse. Die Gleichung wird lauten:

$$v_{(s-d)} \,.\, 0 = \mathsf{E}\, w_{(d)} + C\, w_{[(1 + \sin \alpha)\, d]} \quad (5).$$

Wenn man E mit $\cos \alpha$ multiplicirt und das Produkt zu C addirt, so erhält man $N = C + \mathsf{E} \cos \alpha$ mit nur sehr unbedeutendem Fehler, als konische Fläche. Die Gleichung lautet dann:

$$v_{(s-d)} \,.\, 0 = N \,.\, w_{[(1 + \sin \alpha)\, d]}. \quad (5\text{ a.})$$

Die Rechnung für das Planktonnetz der Expedition, mit Zeug Nr. 20 ausgeführt, giebt folgendes Resultat. Ich benutze die Gelegenheit, um noch einige Maasse des Netzes anzugeben.

$s = 1{,}27434$
$s - d = 0{,}833453$
$d = 0{,}440887$

$\log s - d = 0{,}9208812 - 1$
$\log 2g = 3{,}2926543$
$3{,}2135355$
$\log v_{(s-d)} = 1{,}6067678$
$\log \frac{O}{N} = 0{,}5060467 - 2$
$\log w = 0{,}1128145$
$\log w_{(0,5)} = 0{,}0809300$
$\log 0{,}0318845 = 0{,}50358 - 2$
$\log \Delta \log w_{(0,5)} = 0{,}82505 - 2$
$0{,}67853 - 1$
$(1 + \sin \alpha)\, d = 0{,}547701$
$\log$ » $= 0{,}7385435 - 1$
$\log (1 + \sin \alpha) = 0{,}094187$
$\log d' = 0{,}6443565 - 1$
$d' = 0{,}44092$

$s = 1{,}27434$
$d' = 0{,}44092$
$s - d' = 0{,}83342$

$\log s - d' = 0{,}9208639 - 1$
$3{,}2926543$
$3{,}2135182$
$\log v_{(s-d')} = 1{,}6067591$
$\log v_{(s)} = 1{,}6989700$
$\log \varphi = 0{,}0922109$
$\varphi = 1{,}2365.$

Konstanten.

$\alpha = 14^0$
$1 + \sin \alpha = 1{,}2422 \,.\, \log (1 + \sin \alpha) = 0{,}094187$
$v_{(s)} = 50 \qquad \log 50. = 1{,}6989700$
$\mathsf{E} = 1187{,}5$
$\mathsf{E} \cos \alpha = 1152{,}24$
$C = 30033{,}3$
$N = 31185{,}54 \qquad \log N = 4{,}4939533$
$\log O = 3{,}0000000$
$\log \frac{O}{N} = 0{,}5060467 - 2$
$\log 2g = 3{,}2926543$

Durchmesser des Eimers 21 cm.
Höhe 35 cm.
Höhe des Netzkegels 155,4 cm.
Höhe des dichten Kegels 56 cm.
Grosser Durchmesser des Netzkegels 98,5 cm.
Inhalt des Netzkegels 496818 ccm.
Inhalt des dichten Kegels 233800 ccm.

In dem konischen Netz Serie V findet sich $\varphi = 1{,}10588$ am nächsten dem soeben ermittelten φ des Planktonnetzes. Ich nehme an, dass sich $\varphi : \psi$ in Serie V ähnlich verhält wie

$\varphi : \psi$ des Planktonnetzes und erhalte dann für das letztere ein ψ von 1,8013, das Netz fängt also nicht 23 %, sondern 80 % weniger, als seinem Eingang entspricht. Die Werthe von φ habe ich zwar immer als Minimalwerthe bezeichnet, ich habe aber geglaubt, dass sie den richtigen Werthen näher kämen. Das geschrumpfte Planktonzeug giebt $\varphi = 2,14$, damit wird also sehr viel weniger gefangen.

In vielen Fällen kann die Kenntniss der relativen Mengen des Planktons in einem Meerestheil genügen, besser ist es stets, wenn man die absoluten Mengen bestimmen kann. Man könnte dazu den Eingang des grossen Planktonnetzes so einrichten, dass er durch einen Aufsatz, entsprechend Serie II, sich zur Netzfläche verhielte wie 1 : 400. Ich halte es aber für zweckmässiger, ein konisches Versuchsnetz mit den Dimensionen von Serie II entweder nebenher allein und in möglichst raschem Zug zu gebrauchen, oder dies Netz jeweilig mit dem Planktonnetz zu verkuppeln. Um den wahren Planktongehalt zu finden, wären die Fänge mit diesem Versuchsnetz um 2 oder höchstens 3 % zu vermehren. Sollte das Versuchsnetz selbst mit der Zeit schrumpfen, so müsste neues Zeug eingehängt werden. Ueber das Schrumpfen müssen noch weitere Erfahrungen gesammelt werden; wird das Zeug nach dem Gebrauch rasch getrocknet und trocken aufbewahrt, so bleibt es vielleicht unverändert. Sollen grössere Netze mit weitmaschigem Zeug mit dem Planktonnetz in Beziehung gebracht werden, so muss das natürlich durch die Zählung der gröberen Formen, die das weitmaschige Netz nicht mehr passiren können, geschehen, die Fläche, die das Planktonnetz befischt, ist ja bekannt; sind also nur genügend reichlich gröbere Formen gefangen, so ist die Reduktion leicht zu machen, soweit eben die Regelmässigkeit der Vertheilung ausreichend ist.

Die Gewichte, die bei dem Zug des Planktonnetzes in Frage kommen, sind recht bedeutend. Das Netz selbst ist 15 kg. zu rechnen, bei einem Zug von 50 cm die Sekunde lastet auf dem Netz ein Druck von 19,4 kg. und ein ebenso grosser Zug, endlich kommt noch eine nicht unbedeutende Reibung hinzu. Zwei Menschen haben bei der Aufnahme des Netzes volle Arbeit, ich habe verabsäumt, den Zug zu messen, der dabei zur Verwendung kommt. Auffallender Weise ist mir wiederholt das Planktonnetz im Sturm zerrissen, trotz aller Sorgfalt während des Aufholens. Der Inhalt des Netzes berechnet sich zu 730 kg. Wasser, während nur 27,8 kg. in der Sekunde filtriren. Sind die 730 kg. einmal in Bewegung gebracht, so üben sie keinen Druck weiter aus, wenn aber der Zug des Netzes sich bis nahe zum Stillstand verlangsamt und dann, etwa bei überholendem Schiff, rasch in die alte oder sogar eine noch grössere Geschwindigkeit übergeht, lastet das genannte Gewicht mehr oder weniger vollständig auf dem Netz. 700 kg. bilden aber ein Gewicht, das eine Zerreissung des Netzes wohl verursachen kann. Man kann das Netz etwas durch den Ueberzug mit einem groben baumwollenen Netz gegen Zerreissung schützen, dies Netz müsste dafür recht straff gespannt werden, und riebe dann mit der Zeit die Seide durch. Besser ist es daher, durch eine Feder über dem Netz den plötzlichen Zug, der namentlich bei Drahtseil und grösserem Schiff zu fürchten ist, hintan zu halten.

Da die Menge des filtrirenden Wassers im Verhältniss zu der Menge des im Netz vorhandenen Wassers klein ist, habe ich stets Sorge dafür getragen, dass sich die Netze durch Filtration füllten und Nichts von oben her in sie einfloss. Bei konischen Netzen wird

übrigens auch noch während sie sinken filtrirtes Wasser in sie eintreten und somit ein Fehler durch etwa beim Untersinken des Netzes einfliessendes Wasser nicht entstehen können, wenn die Tiefe gross genug ist; bei cylindrischen Netzen ist es etwas anderes, hier kann sehr wohl ein Fehler auf die genannte Weise entstehen, das muss beachtet werden.

Es ist mir wohl noch nicht geglückt, alle Störungen und Störungsmöglichkeiten, die bei dem Fischen vorkommen und Unregelmässigkeiten in der Planktonvertheilung vortäuschen können, erschöpfend zu erkennen. Schon wenn das Netz ruckweise gezogen wird, was bei Seegang der Fall ist, wird der Fang anders (grösser) ausfallen, als der Rechnung entspricht. Namentlich wird die Entwicklung von Luftbläschen in dem Netz erhebliche Veränderungen der Filtrationsgrösse mit sich bringen. Ist das Wasser völlig mit Gas gesättigt, so wird wohl schon die Reibung in den Netzmaschen zu einer Gasausscheidung führen. Das im Netz befindliche Wasser wird im Mittel das Netz erst verlassen haben, nachdem es 15 m gelaufen ist; in der Nähe der Oberfläche bedingt die Tiefe von 15 bis 20 m zuweilen einen sehr merklichen Temperaturunterschied, der wohl zu einer Gasausscheidung bei gasreichem Wasser führen kann. Mir scheint, dass einige recht arme Züge in der Sargassosee auf eine Herabsetzung der Filtration in Folge von Gasausscheidung hindeuten. Leider habe ich keine direkten Beobachtungen über diesen Punkt anstellen können; man müsste in sehr leichtem Boot neben dem halb aufgezogenen Netz die Untersuchung anstellen, und da auf freier See immer Seegang ist, müsste man sich erst die Methode der Untersuchung herausbilden. Bei einem gezogenen Netz sind übrigens die Verhältnisse für die Entwicklung von Gas weniger günstig, als an dem Filtrationsapparat, weil im ersteren Fall immer neue Wassermassen aussen an der filtrirenden Fläche vorbei passiren und vielleicht Luft absorbiren können. Nicht gespanntes Netzzeug filtrirt etwas schlechter als gespanntes.

Eine Beeinträchtigung der Filtration durch Belegen der Wände mit Fang und entsprechende Verstopfung der Maschen kommt nicht in Betracht. Berechnet man die mögliche Verstopfung, so kann diese bei den reichsten Fängen nur 5 % der Netzfläche, meistens sehr viel weniger, bedecken. Es macht zuweilen den Eindruck, als wenn das blaue oceanische Wasser etwas schleimig wäre und schlecht filtrirte. In der Nähe des Schiffs bekommt man aber kein reines Wasser von der Oberfläche, es findet sich dort immer eine ölige Schicht, ich habe mir daher kein befriedigend sicheres Urtheil über die Filtrationsfähigkeit des blauen Wassers bilden können und nehme zwar an, dass doch kein nennenswerther Unterschied gegen Küstenwasser vorhanden sein wird, halte aber weitere Untersuchungen für nöthig.

Das Herausheben des Netzes über den Wasserspiegel geschieht am besten mit der Hand, daher sollten die letzten 20 m am Netz Hanfseil sein. Das fertige Netz kostet 290 Mk.

Das grosse Vertikalnetz.

Dies Netz bringt für den Zoologen die grösste und interessanteste Ausbeute. Wäre unser Netz, das in der Reisebeschreibung (S. 64) abgebildet ist, nicht relativ früh durch einen recht unglücklichen und ungeschickten Zufall verloren gegangen, so würden wir eine ganz überwältigend grosse zoologische Ausbeute mit nach Haus gebracht haben, deren Bearbeitung freilich kaum noch hätte gründlich beendet werden können.

Das grosse Vertikalnetz hatte eine Oeffnung von 2 m Durchmesser, also 3,14 qm Fläche, das später verfertigte Vertikalnetz hatte nur 1,2 m Durchmesser, also 1,13 qm Oeffnung.

Die Form der Netze war konisch, mit einem filtrirenden Eimer als Anhang. Ich hatte ursprünglich ein grosses Filtrirgefäss, das Tafel VI, Fig. IV a und b abgebildet ist, angehängt. Im Ganzen wird aber die S. 70 abgebildete Form des filtrirenden Eimers für alle Zwecke genügen. Der Eingang wird durch im Halbkreis gebogene Gasröhren von etwa 4 cm Dicke gebildet, die durch ein Gelenk mit einander so verbunden sind, dass sie zusammengeklappt und somit leicht transportirt werden können. Am besten ist es, das Netz in fast zusammengeklapptem Zustand in die Tiefe zu lassen, weil es dann sehr rasch fällt, nur muss es so weit offen stehen, dass es sich ganz öffnet, sobald der Zug aufwärts beginnt.

Es würde von grossem Vortheil sein, wenn man den Durchmesser des Netzes noch etwas vergrössern könnte, nicht nur weil die Fänge entsprechend grösser werden würden, es würden auch grössere Cephalopoden und Fische gefangen werden, die den Netzen von kleiner Mündung zu entkommen vermögen. Die Unhandlichkeit und die Verletzlichkeit des Netzes vermehrt sich leider unverhältnissmässig mit weiterer Vergrösserung. Das Zeug wird so zu wählen sein, dass die Seiten der Maschen kleiner sind, als die Querdurchmesser der kleinsten Formen, die man fangen will. Dabei ist zu beachten, dass Weichthiere, namentlich Ctenophoren und Medusen, durch die Oeffnungen durchgerissen werden, wenn ihre Körper nur wenige Maschen bedecken.

Wenn ich annehme, dass man für das Vertikalnetz Zeug Nr. 3 nimmt (ich hatte Nr. 5 genommen), so dürfte das Netz jedenfalls nicht kürzer als 3 m genommen werden. Für eine annähernde Rechnung nehme ich an, dass das Netz konisch sei mit einem halben Winkel von 18° 26′ an der Spitze. Die Oeffnung beträgt 31416 qcm, die Netzwand 99355 qcm. Die Zuggeschwindigkeit sei 50 cm in der Sekunde, also $s = 1{,}2744$ cm. Dies giebt ein d mittel von 0,5531 cm, ein φ von 1,329, wonach ich ψ zu 1,959 schätze. Es würden dann per Sekunde 802 Liter und bei einem Zuge von 400 m Tiefe aus 641 Kubikmeter Wasser filtriren. Beinahe die Hälfte des vor dem Eingang liegenden Wassers würde seitwärts gedrängt werden und nicht filtriren. Das Abfliessen dieses Theils erleichtert den fliehenden Thieren das Entkommen. Je mehr dieser Antheil verringert werden kann, desto günstiger wird das Netz fangen. Günstiger als die konische Form dürfte die Form eines Cylinders, der in ein Paraboloid übergeht, sein. Am Eingang ist der Druck für die zarten Thiere stark genug und sollte nicht noch durch Zug von aussen vergrössert werden, dagegen kann eine Verstärkung des Drucks durch Zug an dem Endtheil des Netzes nicht schaden, weil dort der Druck schon sehr gefallen ist. Die genannte Form giebt ausserdem eine starke Vergrösserung der Netzwand, ohne eine allzu grosse Länge des Netzes zu erfordern. Bei dieser Netzform ist es nicht so einfach, wie bei dem konischen Netz, durch Suspensionstaue und grobes Netz die erforderliche Stütze zu gewinnen. Das richtigste Verfahren wird sein, die Suspensionsseile direkt an das Netz anzunähen und den Eimer, der schwer belastet werden muss, durch besondere Halteseile, die frei im Inneren des Netzes laufen, tragen zu lassen.

Die Kosten des Netzes setzen sich zusammen aus den Kosten der Netzwand 45 Mk., den gebogenen Gasröhren nebst Gelenken, die für 20 Mk. zu beschaffen sein würden, den Filtrireimer mit Ringen 75 Mk., und dem groben Netz mit den Halteseilen, die für 10 Mk. zu beschaffen sein dürften. Als Filtrireimer könnte übrigens auch das Trichterstück des später zu beschreibenden Horizontalcylinders dienen.

Die Schliessnetze.

Die Aufgabe dieser Apparate ist die Befischung auszuwählender Zonen des tieferen Meeres, unter sicherem Ausschluss des Inhalts aller anderen Tiefen und namentlich des Inhalts der Oberfläche.

Sigsbee und L. Agassiz (**14**, S. 215 und **18** und **19**, S. 37) sind die ersten gewesen, die ein der Aufgabe genügendes Netz (Sigsbee-Cylinder) konstruirt haben. Ein Cylinder mit filtrirendem Boden und einer den Eingang verschliessenden Klappe wird mit filtrirtem Wasser gefüllt und verschlossen bis zur gewünschten Tiefe hinabgelassen. Hier bleibt er an einem Leitseil befestigt hängen, bis ein hinabgesandtes Gewicht den Apparat von der Umklammerung befreit und an dem Leitseil mit offener Mündung voran in die Tiefe gleiten lässt. Dort wird er in gemessener Entfernung von einem »buffer« aufgefangen, wobei die Klappen wieder geschlossen werden und dann wird der Apparat geschlossen aufgeholt und auf seinen Inhalt geprüft.

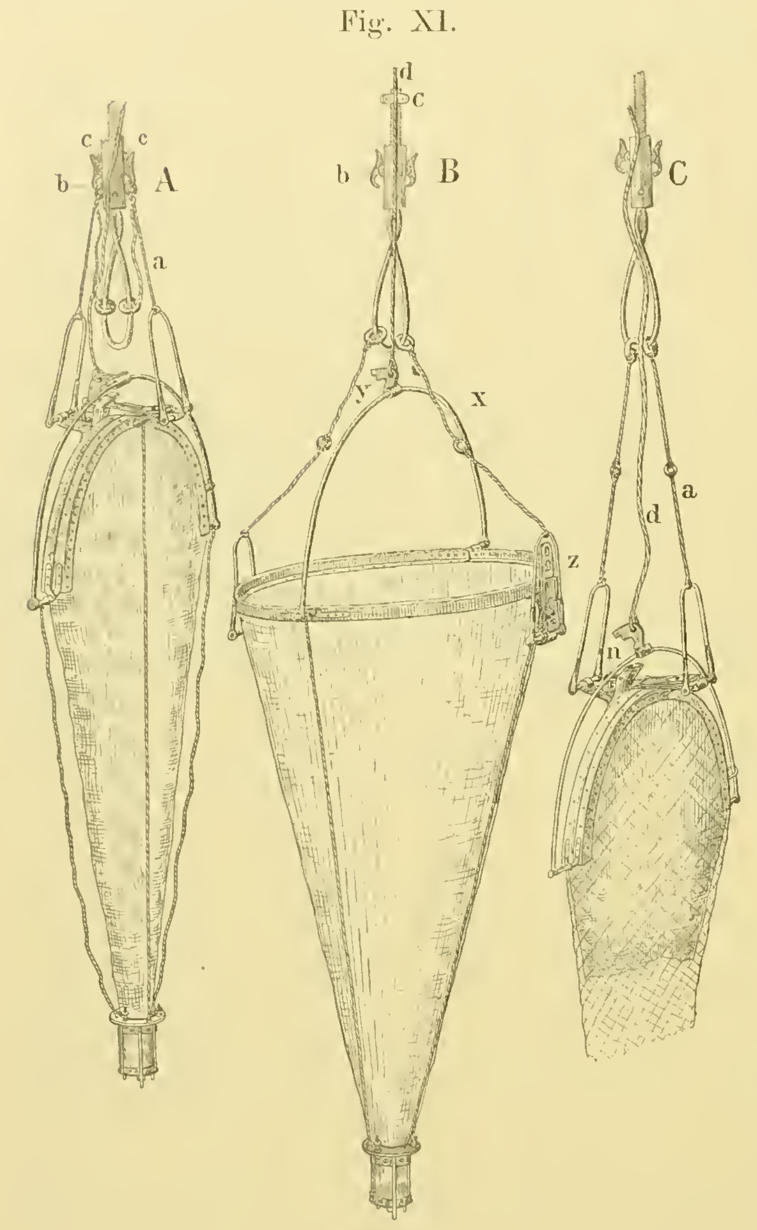
Das Verfahren ist wohl etwas beschwerlich, obgleich durchaus korrekt; es ist später von Agassiz durch ein anderes Verfahren zu ersetzen versucht. Die Versuche mit dem Sigsbee-Cylinder ergaben Leere der Meeresschichten, die tiefer als 100 Faden waren, wenigstens bezüglich grösserer Thierformen.

Ein anderes Netz (Fig. XI, A, B, C, Tafel VI, Fig. 5 bis 7 und Tafel VII, Fig. 1 bis 3) ist von der Plankton-Expedition verwendet worden. Die grundlegende Idee zu diesem Netz entwickelte der Kommandant des VETTOR PISANI, Palumbo (**5**, S. 85), der an ein Umkehrthermometer von Negretti ein kleines, mit zusammenfallenden metallischen Bügeln an der Mündung versehenes Netz der Art befestigte, dass bei Hebung des Thermometers, wo die Schraubenflügel laufen, der obere Bügel des Netzes zugleich mit Umkehr des Thermometers losgeworfen wird, das Netz daher in geschlossenem Zustand aufkommt. Die Resultate dieser Fischerei werden gelobt.

Erheblich verbessert wurde die Konstruktion durch den Ingenieur v. Petersen an der zoologischen Station in Neapel, der das Netz senkrecht unter den Rahmen, der die Schraube und den Propeller trägt, anbrachte und durch successives Loswerfen von Drähten, die in der Mitte der Netzbügel, resp. an deren Charnieren sitzen, Schliessen und Oeffnen des Netzes bewirkte (**20**, S. 4). Chun hat später diese von ihm beschriebene Einrichtung noch erheblich verbessert, wie uns ein von seinem Königsberger Fabrikanten bezogenes Netz ergab. Eine Beschreibung dieser Verbesserungen kenne ich nicht, aber abgesehen von dem Schloss, davon, dass die Drähte bei meiner Einrichtung nicht zwischen die Wangen des geschlossenen Netzes gerathen, und der Ausstattung mit anderem Zeug und anderem Eimer, ist die zu beschreibende Einrichtung diejenige, die Chun seinem Netz gegeben hat.

Nachdem ich mich von der Brauchbarkeit des Netzes auf der HOLSATIA-Fahrt in der östlichen Ostsee (**9 c**) überzeugte, brachte ich noch die genannten Veränderungen an dem Netz an, die hauptsächlich dahin zielten, einen völlig sicheren und unlösbaren Verschluss, sowohl vor wie nach dem Gebrauch des Netzes, herzustellen, um wenigstens für einmal möglichst sicher zu gehen.

Fig. XI.



Erklärung zu Fig. XI.

Schliessnetz in seinen drei Stellungen. *A* geschlossen absteigend, *B* fischend, *C* geschlossen aufsteigend. *a* tragende Drähte, von den Haken *b*, die durch die Mutter *c* niedergedrückt werden, gehalten. In *B* sind die Haken frei gegeben, die Mutter *c* geht in die Höhe. Das Netz hängt mittelst des Bügels *x* und des Hahns *y* an der Schnur *d*. *z* die eiserne Zunge, die in *C* das Netz schliesst, weil die Schnur *a* die Bügel des sinkenden Netzes gegen einander geworfen hat, wobei sich die Zunge unter dem Bügel *n* fängt und das Netz geschlossen bleiben muss.

Das Netz kann die nebenstenden drei Stellungen *A*, *B*, *C* annehmen. In dem Zustand *A* geht es bis zur gewollten Tiefe hinab. Es ist mit Hilfe der mit Filz ausgelegten eisernen Bügel dicht geschlossen. Der Durchschnitt, Tafel VII, Fig. 1, zeigt die Einrichtung am besten. α und β sind die beiden mit Filz (Fz.) ausgelegten Bügel, an diesen sitzen Arme, an die die Drähte *a* angreifen. Auf dem Bügel links liegt die Platte *p*, die mittelst Charnier in die mehrfach durchbohrte Platte *p'* übergeht. Diese Platte wird durch den federnden Draht *q* niedergedrückt, geht aber in der Anfangsstellung Fig. 1 hoch durch einen eisernen Rahmen *n*, der an dem Bügel rechts sitzt. Der Hahn *y* fällt in diese Platte *p'* hinein und hält sie fest, sodass die Netzbügel nicht auseinander weichen können. Der Hahn sitzt auf einem Bügel (Tafel VI, Fig. 7 St.), der nur dadurch festgestellt werden kann, dass ihn bei verschlossenem Netz zwei Stangen zwischen sich fassen. Immerhin könnte der Hahn *y* durch Schlenkern des an ihm befestigten Drahtseils in die Höhe gerissen werden, deshalb habe ich Platte und Hahn noch mit einem Zwirnsfaden zusammen gebunden, was gegen solche Zufälle schützt und im Uebrigen das richtige Spiel des Apparats nicht hindert. Ausserdem wird das Netz durch die Drähte XI A a, an denen es hängt. geschlossen gehalten. Diese werden ihrerseits durch die Haken *b* gehalten und

die Haken werden vermittelst der Rollen c auf der Schraubenmutter fest niedergedrückt. Dieser Verschluss würde für das Hinablassen des Netzes genügen, umsomehr, als bei dem Hinuntergehen überhaupt nichts gefangen werden kann. aber das Netz darf nicht auf- und zuklappen, weil es, einmal geöffnet, sich dauernd schliessen würde, und um dies sicher zu verhindern, ist der oben beschriebene Verschluss angebracht worden.

Wird das Netz mit der Anfangsgeschwindigkeit von etwa 1 m aufgenommen, so beginnen die Propellerflügel F in dem Korb K (Tafel VI, Fig. 5, 6) sich zu drehen und mit ihnen dreht sich die lange messingne Schraube S, diè zwischen den eisernen Schienen gelagert ist. In dem Spalt zwischen diesen Schienen liegt die Mutter M mit den Rollen c, und da sie verhindert ist, sich mit der Schraube zu drehen, gleitet sie allmählich an ihr nach oben. Sie verlässt also die Haken b und sofort wird der Draht a losgelassen, das Netz fällt etwas in die Tiefe, bis die Schnur d, die einerseits oben am Korb, andererseits am Hahn y befestigt ist, sich anspannt und den Hahn in die Höhe, also aus der Platte p' herausreisst. Die Feder q auf der Platte p' drückt die Netzbügel etwas auseinander, falls sie nicht schon von selbst auseinander weichen, und das andrängende Wasser öffnet dann vollends das Netz, das also die Stellung XI B bekommt. Es fischt in dieser Stellung so lange, bis die Schnur d abgeworfen wird. Dies Abwerfen wird dadurch bewirkt, dass (Tafel VI, Fig. 6) die Mutter M schliesslich gegen die durch eine Spiralfeder h niedergedrückte Hülse H anpresst. Die Hülse wird durch weitere Drehungen der Schraube gehoben und zugleich wird der mit der Hülse verbundene Hebel G, der sich um die Axe ax bewegen lässt, in die Höhe gehoben. Kommt die Mutter M hoch genug, so fällt der Haken Z aus der Vertiefung des Hebels G, die ihn bis dahin gehalten hatte, hinaus, die Schnur d gleitet dann von dem Haken Z ab, das Netz sinkt ein wenig in die Tiefe (unter Verlust von etwas Fang), dann spannen sich die Halteseile a, die Netzbügel schlagen zu und bleiben verschlossen. Ein weiteres Spiel der Flügel würde der Schraube schaden können, daher ist die Einrichtung getroffen, dass die Hülse H mit Zacken versehen ist, die sich gegen die unter dem Propeller angebrachten Zacken anstemmen und fernere Drehungen des Propellers und seiner Schraube verhindern.

An dem Schloss gestaltet sich der Verschluss so, wie es Tafel VII, Fig. 2 zeigt. Die Platte p' fährt unter dem Riegel R, über dem sie im ersten Stadium lag. Der hintere Schenkel des Riegels, r, wird durch die Platte p' nach vorn gedrängt, bis die zweite Lücke in der Platte unter ihm steht. In diese Lücke schnappt r ein, weil die Feder r' ihn hinein treibt. Zugleich fährt der um seine besondere Axe drehbare Riegel 1 in die vordere Lücke der Platte, eventuell noch durch einen Schlag des Hahns y vorwärts getrieben. Die Schraube γ dient dazu, den Abstand der geschlossenen Bügel zu reguliren und auf Null zu bringen.

An die Bügel ist zunächst ein Streifen Leinwand angenäht, dann erst folgt das Netzzeug. Es ist nicht möglich, die Leinwand an den Charnieren der Bügel hermetisch zu schliessen, aber die hier verbleibenden Lücken sind klein. Namentlich kommt in Betracht, dass keine Kraft nachzuweisen ist, die durch diese Lücken Wasser in das Netz hinein treiben könnte. Der Eimer muss beim Gebrauch mit 4 bis 5 kg. Blei beschwert werden.

Das Schliessnetz arbeitete auf dem Lande durchaus unfehlbar, seine Arbeit im Wasser liess anfänglich zu wünschen übrig. Namentlich genügte der kleinste Vorsprung, das kleinste Eckchen, die geringste Reibung der Ringe, um den Versuch zu verderben, denn dann blieb irgendwie ein Draht hängen und der Mechanismus ging nicht. Es gehört auch eine sehr genaue Abmessung der Drahtlängen dazu, damit alles richtig verläuft. Hanfseil oder Leder muss deshalb möglichst vermieden werden, weil man nicht wissen kann, wie sehr sich diese Materialien unter hohem Wasserdruck verkürzen, ich habe daher verzinkten Draht genommen. Es ist ferner vorgekommen, dass das Netz sich über die Bügel geworfen hatte, wobei dann natürlich der Apparat nicht spielen konnte, auch hatte sich im Anfang der Propeller zuweilen nicht gedreht; im Beginn des Fischens muss rasch gezogen werden, um ihn in Bewegung zu setzen; einmal in Gang gebracht, läuft er sicher genug. Endlich ist es vorgekommen, dass das Netz zerrissen aufkam, so dass in Summa, wie das Verzeichniss S. 5 ergiebt, ziemlich viel Misserfolge mit diesem Netz zu verzeichnen sind, freilich doch auch eine genügende Reihe tadelloser Erfolge. Bei vertikalem Aufzug liefen diese Netze bis zum Schluss 210 m, waren sie nur 200 m versenkt worden, so kamen sie noch offen auf, die Hülse *H* kaum in Kontakt mit der Mutter; bei 220 m kam das Netz schon geschlossen an die Oberfläche. Ein früher in der Ostsee angestellter Versuch ergab einen längeren Lauf, aber das Netz ging neben dem Schiff in bedeutend rascherem Tempo, wahrscheinlich wird die Reibung dabei eine andere gewesen sein.

Die Konstanten des Schliessnetzes sind: halber Winkel α an der Spitze $= 7^\circ 32'$, Netzzeug 13351 qcm, Eimerzeug 596,8, oder mit $\cos\alpha$ multiplicirt 591,7. $1 + \sin\alpha = 1{,}13$. Die Oeffnung des Netzes hat einen Durchmesser von 50 cm, aber das Netz hängt an dem leinenen Ring und hat daher den engeren Durchmesser von 48 cm oder eine Fläche von 1809,56 qcm.

Für 75 cm Zuggeschwindigkeit berechnet sich ein φ von 1,681 oder ein $\frac{0}{\varphi}$ von 1076,6 qcm, das Planktonnetz hat ein $\frac{0}{\varphi}$ von 809 qcm, danach würde das Schliessnetz $^1/_3$ mehr fangen als das Planktonnetz, bei entsprechender Länge des Zuges.

Die Tiefen des Oceans bergen unzweifelhaft eine bedeutend spärlichere Masse von Plankton, als die Schichten bis 200 und 400 m Tiefe. Handelt es sich nur darum, das betreffende Material zu gewinnen, so kann man mit offenen Netzen und mit Stufenfängen genügend weit kommen und wird bald genug die Scheidung der Tiefenformen nach ihren besonderen Merkmalen zu bewirken lernen. Da braucht man also nicht den komplicirten, theuren und stets unbequemeren Mechanismus der Schliessnetze. Es kann aber doch nothwendig werden, mit Schliessnetzen zu arbeiten, z. B. um die Menge der Sinkstoffe und deren Beschaffenheit aus den verschiedenen Tiefen zu bestimmen. Hier werden wohl Netze von etwas erheblicherer Grösse und von längerem Lauf wünschenswerth sein. In dieser Richtung sind sicher noch manche Verbesserungen an dem beschriebenen Schliessnetz anzubringen, aber ich enthalte mich hier dessen, Vorschläge zu machen, weil ich zur Zeit nicht in der Lage bin, solche praktisch zu prüfen, und weil nur praktisch geprüfte Vorschläge Werth haben. Sicher braucht man nicht das Netz geschlossen herabzulassen, wodurch sich Vieles vereinfacht.

Es sind inzwischen manche Vorschläge für die Herstellung von Schliessnetzen gemacht und praktisch geprüft, aber immer ist dabei an horizontalen Zug gedacht worden. Man nimmt an, dass die Organismen sich in verschiedenen Tiefenzonen aufhalten, wechselnd je nach der Tageszeit oder nach Jahreszeiten, eine Annahme, die für Wasserschichten bis zur Tiefe von 200 m durch Beobachtungen vieler Untersucher empirisch bestätigt wird und überdies theoretisch genügend glaubhaft erscheint. Bei dieser Annahme kann ich, in Uebereinstimmung mit Hrn. Schütt (**23**), nur in ganz beschränkten Fällen Hoffnung auf die Horizontalfischerei in oceanischen Tiefen setzen. Die zu untersuchende Tiefe ist etwa 6000 m, die Netzöffnung höchstens 1 m, man würde also einige 100 oder 1000 mal, also wochenlang horizontal ziehen müssen, um hoffen zu dürfen, sicher diejenigen Strata in die Untersuchung hineinzuziehen, in denen sich gerade die gesuchten Formen aufhalten. Fängt man bei diesen Zügen die gesuchten Formen nicht, so ist damit weder bezüglich ihrer Anwesenheit, noch bezüglich ihrer Abwesenheit etwas bewiesen, fängt man sie dagegen thatsächlich, so bleibt es unsicher, ob man zufällig das Stratum gefunden hat, in dem sie sich aufhalten, oder ob sie überhaupt reichlich resp. überall vorkommen. Eine Entscheidung giebt immer erst ein vertikaler Zug, der um so nothwendiger wird, je besser horizontal gefischt worden ist. Vertikalzüge sind es bisher allein, die die Bewohnung der tieferen Regionen nachgewiesen haben, es sei denn, dass fast unmittelbar über dem Grund geschleppt worden ist, wo die Verhältnisse günstiger zu liegen scheinen. Will man, wie die norwegischen Expeditionen die einzelnen Stromesfäden eines Meerestheiles in ein anderes Meer hinein verfolgen, so werden doch nur die mehr oberflächlichen Schichten in Betracht kommen, hier wird ein horizontal fangendes Schliessnetz, wenigstens der Theorie nach, angebracht sein. Im Uebrigen wünsche ich der Horizontalfischerei in grossen Tiefen den besten Erfolg, kann mich aber doch nicht entschliessen, auf die bezüglichen Erfindungen hier genau einzugehen.

Hr. Hoyle (**21**) hat eine Einrichtung getroffen, bei der durch Gewichte, die herabgesandt werden, in sehr sinnreicher Weise das Oeffnen und Schliessen des Netzes besorgt wird. Der Fürst von Monaco (**10**) hat einen Apparat erfunden, der lediglich für Horizontalfischerei in der Tiefe bestimmt ist und einen dem Anschein nach einfachen und guten Verschluss giebt. Der Apparat hat aber auf der Pola-Expedition, trotz wiederholt angebrachter Verbesserungen, nicht befriedigend funktionirt.

Hr. W. Giesbrecht (**22**) berichtet über Versuche zur Konstruktion von Schliessnetzen, die der zoologischen Station in Neapel Opfer gekostet haben und die z. Th. von dem Ingenieur der Station, Herrn Winterhalter, ausgeführt worden sind. Es handelt sich um mehrere Formen der Eröffnung und des Verschlusses, von denen namentlich eine, das »Flügelschliessnetz«, zur Verwendung gekommen ist und den Biologen empfohlen wird. Die Eröffnung wird durch den Druck bewirkt, den das Wasser beim Zug auf ihm entgegenstehende Platten, die »Flügel«, ausübt, während der Verschluss durch ein hinabgesandtes Gewicht bewirkt wird. Es wird behauptet, dass sich die Tiefe, in der das Netz horizontal gezogen werde, genau feststellen lasse, falls die Fahrgeschwindigkeit nicht über 10 bis 12 m die Minute, $^1/_2$ bis $^3/_4$ km die Stunde steige, und diese Geschwindigkeit wird als Normalgeschwindigkeit gesetzt. Die Fänge

mit diesem Netz sollen bei geringerem Aufwand von Zeit ausgiebiger sein, als die mit gleich grossem Vertikalnetz.

Der Eingang in den als »Netz« bezeichneten Theil des Apparates hat als kleinsten, für den Fang allein in Betracht kommenden Durchmesser, 17 cm, also eine Fläche von 227 qcm; das ist sehr klein, denn mein immerhin etwas kleines Schliessnetz hatte 1810 qcm fischende Oeffnung. Als Zuggeschwindigkeit ist vorgeschrieben im Maximo 20 cm per Sekunde; uns war es mit bestem Willen nicht möglich, langsamer als 25 cm die Sekunde zu ziehen (Serie IX, Nr. 41). Ich halte es nicht für möglich, ein Dampfboot unter Steuer auf die verlangte Schneckengeschwindigkeit von einer deutschen Meile in 10 bis 15 Stunden zu bringen, ein Gang von 4 km erscheint mir ideal langsam. Dass das Netz bei $v = 20$ cm oder bei 2 mm Wasserdruck vor dem Eingang nach Giesbrecht's Angabe überhaupt noch etwas gefischt hat, deutet auf einen enormen Reichthum an pelagischen Thieren in der betreffenden Tiefe, wovon ja auch Chun schon spricht. Dass das Netz bei so enorm langsamem Gang fast senkrecht unter dem Schiff stehen muss, hat Schütt (**23**, S. 24) gesagt, er lässt aber das Seil neben dem Schiff in die Tiefe gehen, hinter dem Schiff, wie Giesbrecht zeichnet, wird die Richtung des Seils durch den Propeller geändert und giebt unrichtige Winkel.

L. Agassiz und Tanner (**23**) haben ein neues Schliessnetz, »Tannernetz«, erfunden, das ich Tafel VII, Fig. 4 und 5 abgebildet habe. Es kann, wie ich glaube, unter Vornahme leichter Modifikation sehr wohl dienen, wenn man sich entschliesst, es als Vertikalnetz zu benutzen. Agassiz hat es als Horizontalnetz benutzt und behauptet auf Grund der bezüglichen Erfahrungen, dass die Tiefe etwas oberhalb des Bodens leer sei.

Das Netz ist, wie leicht ersichtlich, so eingerichtet, dass es mit Hilfe fallender Gewichte abgeschnürt werden kann, sodass der abgeschnürte Theil dann nichts mehr fängt. Meiner Ansicht nach ist hier der Fehler gemacht, dass der unterste Theil des Netzes mit dichterer Müllergaze ausgestattet war (die Nummern werden überhaupt nicht angegeben!), während der obere aus gröberem Zeug bestand. Die Folge dieser Einrichtung ist die, dass in dem durchlässigen Theil fast alles Wasser, das in das Netz eintritt, abfiltrirt und daher der Druck am Eingang zu dem Endsack so enorm herabgesetzt ist, dass hier wohl sicher sehr wenig Wasser mehr filtrirt, das Netz also nichts fängt, oder doch nur die besonderen Formen, die etwa aus eigener Kraft sich in den Sack hinein begeben wollten. Der Endsack des Netzes hat etwas gefangen, wenn nicht tiefer als 200 Faden gefischt wurde. Aus einer mit Plankton gefüllten See verirren sich sogar in einen dichten Eimer hinein einige Formen, umsomehr wird dies für ein wenn gleich ungünstig gebautes, von schwankendem Schiff aus gezogenes Netz gelten. Wird aber mit solchem Netz nichts gefangen, so beweist dies noch nicht, dass die Tiefen leer waren. Soll mit solchem Netz gefischt werden, so muss 1. überall Netzzeug gleicher Dichte genommen werden und es muss 2. die Abschnürung hoch oben erfolgen. Um das möglich zu machen, müsste zunächst eine Randzone von dünner Leinwand angebracht werden, und es müsste in deren Bereich die Abschnürung erfolgen, weil der proximale Theil des durchlässigen Netzes beiweitem das Meiste fängt. Nimmt man die Leinwand genügend lang und

übermässig weit, so wird, denke ich, eine genügende Abschnürung sich erzielen lassen, aber das käme auf den Versuch an.

Giesbrecht citirt noch ein Schliessnetz von Viguier, das mit elektromagnetischer Kraft gehandhabt werden soll. Ich kenne die Beschreibung nicht. Es hat mir noch die Photographie eines norwegischen Schliessnetzes vorgelegen, das an drei Drähten gezogen wird und mit Propellern und Zählwerk arbeitet. Für die damit verfolgten speciellen Zwecke der Feststellung des Plankongehalts in Strömungen, die so sehr tief wohl nicht laufen werden, schien mir die Einrichtung entsprechend, wenn auch in der Handhabung etwas unbequem.

Ich habe die Schliessnetze hier zusammen besprochen, ein Theil derselben gehört zwar zu der jetzt zu besprechenden Art von Netzen, aber es kam mehr auf die Vergleichung der Mechanik, als auf die Richtung des Zuges an.

c. Die Horizontalnetze der Expedition.

Ich habe mich recht lebhaft mit der Aufgabe, gute Horizontalnetze herzustellen, beschäftigt. Typus dieser Netze sind ja die gewöhnlichen Schwebenetze und man möchte glauben, dass hier weiter keine Aufgaben zu lösen seien, aber die Sache liegt meiner Ansicht nach so, dass das Problem einer rationellen Horizontalfischerei erst von einer späteren Expedition völlig gelöst werden wird. Die Aufgabe ist, die Stationen der Vertikalfischerei durch Horizontalfischerei so mit einander zu verbinden, dass zwischen diesen Stationen das Vorkommen der Planktonorganismen und die Aenderungen in deren Vorkommen mit annähernder Sicherheit festgestellt werden kann. Dazu gehört, dass 1. kontinuirlich gefischt werden kann, dass 2. der Fang genügend schonsam gemacht wird, ohne dass die Fahrt des Schiffs gemindert zu werden braucht, und dass 3. die Tiefe, in welcher gefischt werden muss, genau bestimmt und rasch — für die verschiedenen Formen — gefunden werden kann. Dabei ist eine nicht fortzuschaffende Unbequemlichkeit die, dass man, falls alle Bestandtheile des Auftriebs gefischt werden sollen, wohl kaum die Verwendung verschiedener Netze wird vermeiden können, weil sonst der Apparat zu unbequem wird, und nicht oft genug würde aufgezogen werden können.

Eine genaue quantitative Auswerthung der Horizontalfänge wird, meiner Ansicht nach, sich niemals lohnend erweisen, wobei nicht ausgeschlossen sein soll, dass starke Veränderungen der Massen berücksichtigt werden müssen. Eher schon wird die relative Zusammensetzung der Fänge Bedeutung gewinnen können. Da aber die verschiedenen Formen und Altersstufen ungleich tief zu gehen scheinen, z. B. die jungen Salpen und ausgebildeten Copepoden tief, alte Salpen und Copepodenlarven hoch stehen, so sind die Verhältnisse der Horizontalfänge immer mehrdeutig und können erst durch Zuhilfenahme von Vertikalfängen eindeutig gemacht werden.

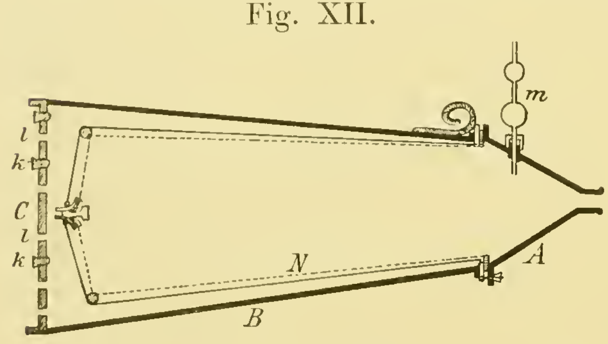
Ehe ich auf die definitiven Einrichtungen eingehe, will ich kurz über die vorhergehenden Versuche berichten, und darf im Uebrigen auf die Betrachtungen von Schütt (23) über die Horizontalfischerei verweisen.

Wenn mit Volldampf gefangen wird, wo also mit einer Geschwindigkeit von 350 bis über 500 cm die Sekunde gefischt wird, so werden zwar kleinere Netze von Müllergaze noch nicht sofort zerreissen, aber der Fang leidet ganz ausserordentlich, stirbt sofort, zerreisst und

zerbröckelt. Zunächst half ich mir damit, dass ich einen Korb flechten liess, Tafel VIII, Fig. 1 u. 2, ihn durch einen Ueberzug von Leinen fast undurchlässig machte und in ihn ein Netz von dünnem aber starkem und einigermassen durchlässigem Leinen an einem Messingring einhängte. Den Eingang in dies Netz verlegte ich durch einen hölzernen Kegel so, dass das Wasser nur durch den schmalen Eingang neben dem Kegel in das Netz eindringen konnte, daher nicht direkt gegen den Boden des Netzes anpresste. Dies Netz wurde, wie Fig. 2 zeigt, mit Hilfe einer Stange neben dem kleinen Dampfboot im Wasser mit geführt. Die Einrichtung ist insofern eine besondere, als es möglich wird, die breitere Abtheilung des Netzkonus hinten, die engere vorne zu haben und so, mit Hilfe von Druck und Zug ein möglichst geringes Filtrationsgefälle herzustellen. Dies Netz fängt recht gut, eine grosse Zahl von Copepoden bleiben lebend, es fängt auch wegen der Dichte des Zeugs besonders viel Dictyochen, die Appendikularien und Sagitten werden aber mehr oder weniger zerstört. Eine Bestimmung der filtrirenden Wassermasse erschien nicht möglich.

Um Fischeier möglichst schonend fangen zu können, wurde einem gewöhnlichen Schwebnetz ein Glasgeschirr angehängt. Das Glas enthielt gewöhnlich nichts, hin und wieder, wenn 10 bis 20 Eier im Netz waren, fand sich ein Ei im Glase, aber im Ganzen glitten die Eier nicht an der Netzwand hinunter. Das Glas nützte nicht zum Fang treibender Formen. Wie schon erwähnt, ist es möglich, dass beweglichere Thiere in das Glas gerathen, in der Hoffnung, auf diesem Wege entfliehen zu können.

Fig. XII.



Netz im Blechkonus.

A Kappe mit engem Eingang, *m* Manometer. *B* Mitteltheil durch Rippen verstärkt. *N* eingehängtes Netz im Grunde an einen Ring befestigt und von Schnüren getragen, die auch noch den Hahn und Endtrichter zur Entleerung des Fanges tragen. *C* Endfläche des Blechkonus mit Löchern *l* versehen, die nach Bedarf durch die Korke *k* verschlossen werden können.

Ich stellte mir nun die Aufgabe, genau soviel Wasser bei minimalem Druck zu filtriren, wie dem Querschnitt des Eingangs mal der Zuggeschwindigkeit entsprach und erfand dazu den nebenstehenden Apparat, Fig. XII. Ein Konus von Blech mit enger Mündung ist an dem hinteren Ende durch eine durchlöcherte Platte verschlossen. In ihn wird ein Netz eingehängt und dicht hinter der vorderen Mündung kann ein gläsernes Manometerrohr *m* angebracht werden. Der Apparat fährt in ähnlicher Weise neben dem Schiff, wie das Korbnetz. Man hält sich mit einem Boot neben dem laufenden Blechkonus und öffnet oder verstopft so lange die Löcher in dem Boden, bis das Wasser in dem Manometer gleich hoch mit dem Meeresniveau einspielt. Dies lässt sich bei einem Schiff mässiger Geschwindigkeit ausführen. In diesem Fall ist d Maximum gleich dem äusseren Wasserdruck, also relativ $= 0$ und das Wasser tritt durch die Mündung mit der verlangten Geschwindigkeit $v_{(s)}$ ein, d. h. genau so schnell, wie das Schiff läuft, so lange die betreffende Geschwindigkeit inne gehalten wird. Der Druck, der auf dem Fang ruht, ist indessen nicht $= 0$, sondern es muss sich ein Filtrationsgefälle einstellen, der Art, dass, je weiter hinten im Netz, desto grösser die Filtrationsgeschwindigkeit wird, weil weiter nach hinten der Zug

von den offen gebliebenen Löchern aus stärker wirkt. Ich habe sehr dichtes und sehr zerreissliches Zeug (Halbseide) genommen und die Oberfläche des Netzes durch Einstülpung verdoppelt. Wenn weniger wie die Strecke von 6000 m gefischt wurde, ging es, fischte ich grössere Strecken, so zerriss das Netz fast sicher. Damit war es klar, dass der eingeschlagene Weg nicht gangbar war. Das Zeug verstopfte sich durch die sehr bedeutenden Mengen Planktons so sehr, dass schliesslich fast der volle Druck auf ihm stand, was es nicht aushielt. Möglich ist es, dass Müllergaze den Druck ertragen könnte, aber das würde nichts nützen. Man kann den Apparat im Anfang noch so genau auf $d = 0$ einstellen, in kurzer Zeit wird d wachsen, und dann filtrirt sofort bedeutend weniger Wasser, als gerechnet wird. Viel günstiger liegt natürlich die Sache bei dem Planktonnetz, das durch höchstens 200 m planktonreicher Schichten geht und in dem tiefen Wasser seine grosse Netzwand nicht erheblich mit Fang belegt, weil hier davon zu wenig ist.

Der Horizontalcylinder.

Es ist etwas unbequem, sich in die Einrichtung dieses Apparates hinein zu finden. Es kommt darauf an, in einen Cylinder von kleinem Querschnitt eine recht grosse Netzwand unterzubringen ohne den Cylinder ungebührlich lang zu machen. Dieser Aufgabe durch wiederholte Einstülpung der Art, wie man einen Handschuhfinger einstülpen kann, gerecht zu werden, empfiehlt sich nicht, wie ich aus entsprechenden Versuchen weiss; das Netz wird dadurch ausserordentlich lang, enfaltet sich schlecht unter Verletzung und Beeinträchtigung des Fanges, und die Entfaltung erfordert ungebührlich viel Raum an Deck. Es bleibt daher nur übrig, das Netz zu einer Art von Faltentrichter zu gestalten, und das ist in dem vorliegenden Apparat ausgeführt worden. Es ist also mit Hilfe des Barchent-Kragens LR (Tafel VIII, Fig. 3 u. 4) die Netzwand gezwungen worden, die gewünschten Falten zu machen. Um diese Formung durchgehend zu erhalten, wird es nöthig, durch die Gasröhren s die Falten zu stützen und nach innen zu drängen (vgl. den Querdurchschnitt Tafel VIII, Fig. 5). Ferner muss der ganze Körper des Cylinders solide gestützt werden, was durch die Röhren $St.$, die in der Zeichnung etwas dick ausgefallen sind, geschieht. Die Röhren $St.$ sind in Ringen (Tafel IX R) befestigt; von diesen Ringen gehen nach innen die 6 Träger P und Q ab, in die auch die dünneren Röhren s eingelassen sind. Ueber dies Gerüst wird das Netz gehängt. Der Raum für das eintretende und filtrirende Wasser findet sich in Tafel VIII und IX mit W bezeichnet.

Auf den Eingang des Cylinders wird das Deckstück A mit den Schrauben a aufgeschroben. Es legt sich auf die oberen Ränder der Falten des Netzes, die auf diese Weise gegen den Wasserandrang geschützt werden, der sie sonst sehr rasch ausfasern würde. Unten, gegen den unteren Netzkragen LR (Fig. 4) wird zunächst ein dünner Metallring f aufgeschroben, dann wird der Blechtrichter C durch die Schraubenmuttern E festgeschroben, damit ist das eintretende Wasser W abgesperrt und kann nur durch Filtration entleert werden. Wenn die Schraube D entfernt würde, so würde von da aus durch Zug filtrirt werden, aber das ist für die Erhaltung des Netzes nicht ohne Gefahr. In dem Blechtrichter befindet sich noch das Netz N', das durch den Ring r in dem Trichter befestigt wird. Dieses Netz wäre entbehrlich, nur wenn man aus grossen Tiefen mit dem Cylindernetz vertikal ziehen will, etwa mit der Ge-

schwindigkeit von 2 bis 3 m, würde es richtig sein, die Schraube *D* und das Netz *N'* zu verwenden. Nach dem Aufholen des Cylindernetzes wird aller Fang in den Trichter hineingespült, dabei ist es bequemer, die Schraube *D* abzunehmen und das Netz *N'* zu benutzen, weil sonst doch etwas Fang an dem unteren Rand des Netzes *N* haften bleiben würde. Der ganze Apparat wird mit einer durchlochten resp. geschlitzten Blechwand umgeben (Tafel IX, Fig. IB), diese Wand wird durch die Ringe *V* und die Schrauben *b* befestigt. Die Wand ist unentbehrlich, denn ohne sie würde die starke Reibung an dem ruhenden Wasser das Netz allmählich abschälen, wie ich zu finden früher Gelegenheit hatte.

Die Schlitze sind so anzubringen, dass sie die Filtration in den proximalen Theilen des Netzes erschweren, während sie hinten einen genügenden Wasserabfluss gestatten. Die Weite der Schlitze muss nach der Weite des Eingangs, der Nummer und Ausdehnung der Netzwand und der Fahrgeschwindigkeit bemessen werden, sie betragen in meinem Netz etwa 25 mal die Weite des Eingangs, vielleicht sollten sie enger sein. Die starke Filtration soll am Eingang herabgesetzt werden, um die hier angesetzten Thiere nicht zu zerstören. Wenn das Wasser oben nicht genügend abfliessen kann, so entsteht dort aussen um das Netz ein Gegendruck, der die Filtration behindert, aber auch den Druck vorne im Netz erhöht, also den »Einstrom« herabsetzt. Es ist, wie schon erwähnt, nicht der Druck, der den Thieren schadet, sondern es schadet die starke Filtration, die sie in die Maschen presst, resp. durch die Maschen hindurch reisst. Wenn man die Länge des Netzes als Abscisse setzt, so nimmt darauf, vom Eingang aus gerechnet, die Ordinate, die die Grösse der Filtration angiebt, ab, aber das Gefälle wird nicht so stark abnehmen, wie es bei gleichmässig und weit geöffneter Blechwand der Fall sein müsste, es wird also bei dieser Einrichtung die ganze Netzwand etwas besser ausgenutzt. Es ist wohl möglich, dass sich doch am Eingang des Netzes eine grössere Masse von Plankton anhäuft, aber soviel ich habe bemerken können, ist dies doch nicht in auffallendem Maasse der Fall. Ich denke, dass der eintretende Wasserstrom in cylindrischem Netz die sich ansetzende Planktonmasse in dem Maasse weiter nach abwärts treibt, wie die Filtration am proximalen Theil durch Verstopfung abnimmt, weil dann die Organismen nicht mehr so fest gegen die Wand angedrückt werden als vorher. Diese Abspülung wird dadurch befördert, dass der Cylinder sich pendulirend um seine Längsachse dreht, weil das Seil sich je nach den Schwankungen des Zuges bald etwas mehr, bald etwas weniger aufdreht.

Das bei der Expedition gebrauchte Netz hatte noch nicht die gezeichnete Einrichtung des Trichters, sondern musste behufs seiner Entleerung ganz aus dem Cylinder herausgenommen werden. Ich möchte glauben, dass die jetzt eingeführte Aenderung sich als praktisch bewähren wird, aber ich habe nicht die Gelegenheit gehabt, das zu prüfen.

Der Cylinder hatte eine Länge von 180 cm, einen Querschnitt von 962 qcm (Durchmesser 35 cm), die Oeffnung hatte eine Fläche von 274 qcm, die Netzwand betrug 2,75 qm. Als Netzzeug war eine Griesegaze verwendet, deren Lochweite etwa der Müllergaze Nr. 5 entsprach. Jene Gaze hat aber stärkere Fäden und ist daher bedeutend resistenter, filtrirt aber entsprechend schlechter. Ich halte deshalb meine Wahl für nicht richtig und würde Müllergaze Nr. 18 oder Nr. 15 empfehlen. Es wurde von uns in dem Kielwasser des Schiffes

gefischt, weil hier durch den Propeller die Wassermassen stark durcheinander gemischt werden, was der Absicht, die Zusammensetzung des Planktons während der Fahrt zu überwachen, am besten entsprach. Ich habe nur einmal eine erheblichere Abweichung des Inhalts des Fanges von dem der Vertikalnetze gefunden. Es wurden damals grosse Mengen von kleinen rothen Akanthometren gefangen, die das Planktonnetz später nicht in entsprechenden Mengen ergab. Einen entschiedenen Unterschied des Fanges, ob das Netz mit 120 m Seil etwa 30 m tief oder ob es ganz oberflächlich ging, habe ich nicht feststellen können.

Die Fänge waren wegen der relativ noch grossen Oeffnung des Netzes nicht so gut erhalten, wie ich gehofft hatte, trotzdem bei dem Fischen meistens halbe Kraft gefahren wurde, daher ist nicht so intensiv mit diesem Netz gefischt worden, als ich ursprünglich geplant hatte. Die hintere Winde des Schiffs war für die Aufnahme des Netzes nicht genügend frei, wir zogen mit 8 Mann das Netz auf, nicht gerade unbequem, aber doch mit einem grösseren Kraftaufwand, daher verwendeten wir ganz regelmässig das Netz nur dann, wenn stürmisches Wetter den Gebrauch anderer Netze verbot.

Ich muss daran festhalten, dass ein ausgiebiger Gebrauch von solchen Horizontalnetzen sich für spätere Expeditionen empfiehlt, trotzdem die Vertheilung an der Oberfläche wohl nicht recht gleichmässig sein kann und, wie in der Sargassosee an der Zusammenhäufung der Pflanzen leicht ersichtlich, sicher nicht gleichmässig ist. Für das Verfahren bei der Fischerei mit dem Horizontalcylinder muss ich nach meiner augenblicklichen Einsicht folgende Anleitung geben. Das Netz allein wird bei intensivem Gebrauch wahrscheinlich einen Gelehrten an Bord ganz beschäftigen, denn es müssen aus den zahlreichen Fängen die einzelnen gröberen Bestandtheile möglichst herausgesucht und für sich konservirt werden. Ich glaube, dass man sich begnügen sollte, mit diesem Netz von 0 bis 2 m Tiefe zu fischen, wenn man nicht etwa die Frage über den Tiefenstand der Thiere zum besonderen Gegenstand der Untersuchung machen will. Das wäre eine Aufgabe für sich, die vielleicht besser durch andere Netze zu lösen ist. Im erstgenannten Fall würde das Netz womöglich neben dem Bugspriet zu gehen haben, theils um die Thiere, ehe sie von dem Schiffskörper gestört worden sind, zu fangen, theils um den mannigfachen Unreinigkeiten, die vom Schiff entleert werden, zu entgehen. Der Eingang des Netzes sollte höchstens 20 bis 25 qcm betragen, damit man das Netz nur alle vier Stunden, also am Ende jeder Wache, wo am bequemsten die Mannschaft zur Verfügung steht, aufzunehmen hätte. Natürlich wird der Fang in der Dunkelheit der interessantere sein, wo freilich ein sofortiges Aussammeln nicht ausführbar ist. Ich glaube, dass eine Aufbewahrung in doppelt chromsaurem Kali (das bei der Bearbeitung auszuwaschen ist), für die Konservirung während der Nacht am günstigsten sein würde. Nach der Rechnung für Zeug Nr. 15, Netzfläche = 27 500 qcm, Oeffnung = 25 qcm, Fahrt des Schiffs 10 Knoten = 514,45 cm die Sekunde angenommen, würden etwa 0,467 ccm per qcm Zeug zu filtriren haben, das wäre entsprechend einem mittleren Druck von weniger als 1 mm. Sei die Lochfläche in dem Blechmantel des Cylinders so gewählt, dass die abfiltrirende Flüssigkeitsmasse unter 2 mm Druck aus der Fläche austreten muss, so hat diese Fläche 649 qcm zu betragen, davon müssten 450 qcm an dem untersten Abschnitt des Blechmantels liegen. In Folge dieser Beengung des Abflusses würde

der mittlere Druck im Netz nicht 1, sondern 3 mm betragen. Der Druck s, der rechnungsmässig am Eingang steht, ist 134,9 cm, davon ab gehen obige 0,3 cm, sodass der Ueberdruck $s-d$ immer noch 134,6 cm betragen würde. Nach den früher vorgelegten Erfahrungen müssen wir den Druck am Eingang etwas höher nehmen, sei d maximum daher 0,6 cm, so bliebe ein Ueberdruck von 134,3 cm, am Eingang[1]) entsprechend einer Geschwindigkeit $v_{(s-d\,max)}$ von 513,3 cm, was bei 25 qcm Oeffnung einem Einstrom von 12 832.5 ccm oder 12,8 Litern pro Sekunde und für 4 Stunden 185 Kubikmeter Wasser ergiebt. Diese Wassermasse ist recht gross, denn das Planktonnetz filtrirt bei einem Zug von 2000 m nur etwa 110 Kubikmeter. Kann man darauf rechnen, dass die Diatomeen, Peridineen und kleinen Radiolarien durch die Maschen schlüpfen, so kann es noch gehen, kommt man aber — etwa im Norden — in grosse Massen von den genannten Arten und muss man die Geschwindigkeit von 10 Knoten laufen, so wird es richtig sein, den Eingang enger zu wählen. Das lässt sich durch Aufsetzen eines entsprechenden Metallrings auf die Oeffnung sehr leicht ausführen und hat kein Bedenken. Auf grossen Expeditionen wird man übrigens, wenn möglich, meistens halbe Kraft fahren. So massenhafte Fänge, wie man nach den durchlaufenen Strecken hätte erhoffen sollen, habe ich übrigens nie gemacht, — warum nicht? konnte ich nicht ermitteln. Es könnte vielleicht vortheilhaft sein, vor den hinteren Schlitzen des Cylinders einen kleinen Blechkragen anzubringen, was bewirken würde, dass hier eine Zugwirkung entsteht, die die filtrirende Wassermasse vergrössert, aber gleichzeitig die Filtration gleichmässiger über die Netzfläche vertheilt. Es wird und muss gelingen, während der vollen Fahrt des Schiffs fortwährend wohlerhaltenen Fang zu gewinnen, aber vielleicht bedarf es dazu noch weiterer Erfahrungen.

Dass bei stehendem Schiff mit Handkätschern neben Bord gefischt werden sollte, brauche ich nicht auszuführen. Zur Lösung des Problems, in grossen Tiefen horizontal zu fischen, kann ich nicht beitragen.

Netze zum Fischfang.

Während es leicht war, an den Küsten mancherlei Fische zu fangen, war es, abgesehen von der Sargassosee, schwer, auf freier See der Fische habhaft zu werden. Das Schiff ging zu rasch, um den Fischen zu gestatten, ihm bequem zu folgen und an das ruhende Schiff kamen nur vorübergehend Fische heran, die ungemein rasch dahin schossen und fast augenblicklich wieder verschwanden. Die fliegenden Fische machten davon eine Ausnahme, aber es gelang nicht, deren zu angeln. Ich hatte etwa 100 m Treibnetze, sog. Spiegelnetze mit. Das sind Netze, bei denen vor einer dichter gewebten Netzwand sehr weitmaschige Netze hinunter hängen und in die sich daher selbst recht grosse Fische verwickeln sollen. Die Netze waren grün gefärbt, wären aber besser farblos oder blau gewesen. Die drei oder vier Male, wo wir in der Nacht die Netze in freier See einige Stunden stehen hatten, fingen sie nichts, die Zeit war zu theuer, um die Versuche weiter auszudehnen. Fische gab es jedenfalls so viele, dass sich etwas hätte fangen müssen, wenn die Netze gut funktionirt hätten. Ich bin daher zu der Ansicht gekommen, dass das Wasser im Süden für diese Art von Netzen zu durchsichtig ist, die Netze werden zu leicht gesehen. Diese Ansicht findet u. a. eine Stütze in einer Erfahrung im Hafen

[1]) Mindestens, weil die Stauung am Eingang nicht in Rechnung gezogen ist.

von Ponte Delgada, wo unser Steuermann vom Boot aus eine Heerde Fische auf die Netze zu jagte, aber fand, dass alle Fische schliesslich vor den Netzen abbogen, keiner sich fangen liess. Freilich war dies am Tage, aber das Wasser war auch bei weitem nicht so durchsichtig, wie im Ocean. Dort gab es meines Erachtens Fische recht reichlich, aber vielleicht sprangen sie über das Netz hinweg, wie das jedenfalls die fliegenden Fische zu thun pflegen. Einige Thiere dieser Arten flogen uns auf's Deck; will man viele davon fangen, so wird es richtig sein, vom Bugspriet aus eine Netzwand bis dicht an die Meeresfläche gehen zu lassen, natürlich mit geeignetem Beutel versehen, in dem die Fische liegen bleiben, wenn sie von der Netzwand abgeprallt sind. Die Treibnetze fingen bei Ascension einige kleine Haifische, Thiere, die wohl wenig gut sehen und die zugleich wenig intelligent sind. Dort gab es sonstige Fische in grosser Anzahl, von denen sogleich sehr viele geangelt wurden, aber die Netze fingen nur Haifische.

Ich hatte mir ein eisernes, flach trichterförmiges Gestell von 1 m Oeffnung für den Fischfang konstruirt, und es durch Messingdrähte, die nach der mit einer Art von fast dichtem Eimer geschlossenen Spitze hingezogen waren, zu einem genügend dichten Fangapparat gemacht. Bei einem Zuge in der Nordsee unter Volldampf fing ich damit gegen 20 dorschartige Fische von 2 bis 3 Zoll Länge. Sie waren mehr oder weniger schwer verletzt, hier fehlte ein Auge, dort der Kiemendeckel, oder es fanden sich sonst Verletzungen, aber sie würden doch bestimmbar gewesen sein, was zunächst die Hauptsache ist. Leider zerbrach das Netz beim Zug, wie es scheint, weil für die Stangen zu wenig zähes Eisen verwendet worden war. Der Apparat konnte also nicht weiter dienen.

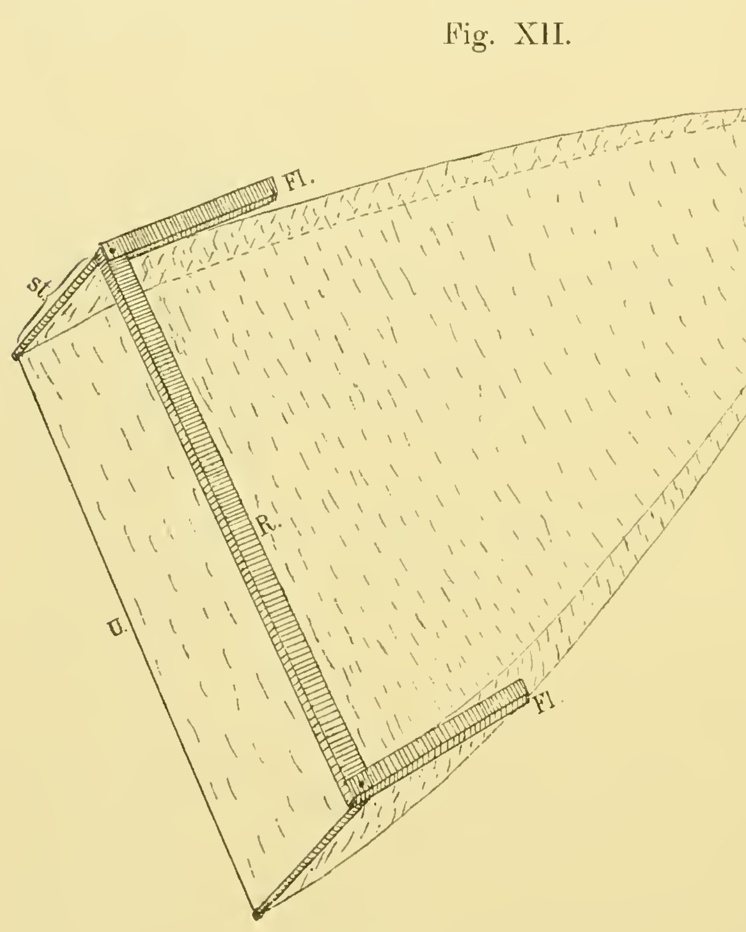
Ich habe später das Trawl im Kielwasser des Schiffes geschleppt und finde diese Art des Fischens für Expeditionen empfehlenswerth. Unsere Einrichtungen waren ungünstig, weil das Netz seitwärts über Bord gesetzt werden musste. In Folge dessen erwuchs die Gefahr, dass das Seil in den Propeller gerathen konnte, was in mehrfacher Beziehung ein bedrohlicher Unfall gewesen wäre. Ausserdem fehlte mir die Einrichtung, die nöthig war, um den Zug, den das Netz ausübte, gehörig zu überwachen. Dieser Zug war sehr bedeutend, denn es glückte nicht, durch die Bremse der Dampfwinde das Seil zu halten, es musste Contradampf gegeben werden, wobei sich die Spannung der Haltekraft des Seiles schon sehr näherte. Da während der Dunkelheit gefischt werden musste, wuchsen die Gefahren zu sehr und ich musste weitere Versuche aufgeben. Bei zwei Versuchen, in deren jedem etwa 10 Minuten gefischt wurde, fingen sich einzelne Fische. Ich komme daher zu der Ansicht, dass, wenn man diese Art der Fischerei gehörig vorbereitet hat, man auf einen Fang der kleineren Hochseefische wird Rechnung machen können, und dabei wohl viele bisher nicht bekannte Formen finden würde, weil man derselben anders nicht habhaft werden konnte. Das Netz würde allerdings durch 8 bis 12 längsverlaufende und 2 querverlaufende Drahtseile gestützt werden müssen, sodass es weder abreissen noch sich zu sehr strecken kann, dann wird aber ein gutes Trawlnetz den Zug aushalten können. Das Zugseil muss mindestens 2000 kg. tragen können. Die Oeffnung des Netzes kann rund sein, muss aber gegen Verbiegungen genügend gesichert werden. Ich würde es nicht wagen, die Oeffnung grösser als 5 qm zu machen.

Brutnetze.

Mit diesem Namen möchte ich Netze bezeichnen, die bestimmt sind, neben Fischbrut aller Art, grössere Mollusken, Quallen, Salpen, Arthropoden u. s. w. zu fangen.

Eine wesentliche Aufgabe bei der Konstruktion des Netzes schien mir die zu sein, die gewandteren unter diesen Thieren am Entweichen vor der Netzmündung zu verhindern. Mit Leichtigkeit werden vor langsam gezogenem Netz die Thiere entweichen, namentlich in die Tiefe. Um das zu verhindern, schob ich den unteren Rand des Netzes durch nach unten vorn von dem Rahmen des Netzes abgehende, 2 m lange eiserne Stangen *st* um 1,5 m vor den oberen Netzrand vor. (Vgl. Fig. XII.) Es war ferner zu befürchten, dass manche Thiere über den oberen Netzrand wegspringen würden. Um dies zu verhindern, brachte ich über dem Rahmen ein vertikal stehendes, 15 cm über das Wasser vorragendes Brett an, das in der Figur fortgelassen ist. Dies konnten selbst kleine fliegende Fische nicht überspringen. Die Breite des Netzbalkens betrug 4 m, die Tiefe war 1,45 m, die Oeffnung also 5,8 qm. Die beiden Balken *Fl* dienen als Schwimmbojen, die die richtige Haltung und Lage des Netzeingangs sichern, sie sind 1,5 m lang. Das Zeug war Müllergaze Nr. 000. Leider hatte ich es für zweckmässig gehalten, das Netz braun gerben zu lassen, es war dadurch entschieden geschwächt worden und war ausserdem weiterhin sichtbar, als wenn es hell geblieben wäre, wenigstens bei Tage, und bei Nacht konnte ich nicht damit fischen. Ich zog dies Netz, wenn das Wetter entsprechend ruhig war, vom Boot aus, aber das war mühsam, denn das Netz war bedeutend schwerer vorwärts zu ziehen, als ich angenommen hatte. Wir kamen also recht langsam damit vorwärts und das Netz fing nicht viel, namentlich nicht kleine Fische.

Fig. XII.



Brutnetz.

Der Eingang des Netzes liegt zwischen *U* und *R*. Der Rand *U* ist durch die Stangen *st* voraus geschoben. *R* ist ein hölzerner Balken am oberen Netzrand. *Fl* sind hölzerne Balken, welche bewirken, dass der Eingang in richtiger Lage steht. *S* ist der Netzsack.

Später wurde das Netz vom Schiff aus gezogen mit dem Kommando: Ganz langsam rückwärts. Es war seiner eigenthümlichen Struktur wegen unbequem aufzunehmen, enthielt

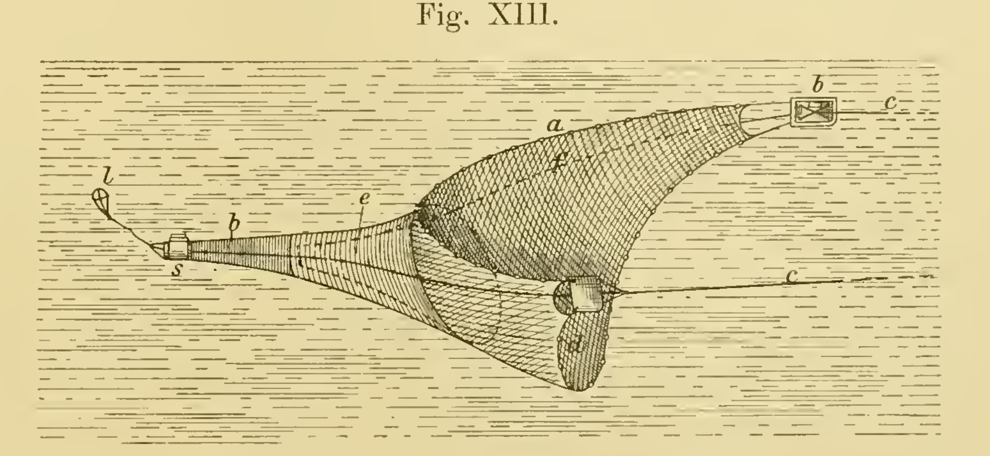
aber schon mehr Fang. Als dann im Guineastrom noch einmal etwa 20 Minuten so gezogen worden war, riss meinen Leuten beim Aufnehmen der freilich sehr volle Endsack ab und ging in die Tiefe. Später bot das Wetter keine passende Gelegenheit mehr, dies Netz zu gebrauchen.

Ich komme zu der Ansicht, dass die Einrichtung, die untere Netzwand vorzuschieben und die Einrichtung, das Ueberspringen über das Netz zu verhindern, keinen entsprechenden Nutzen gewährt, sondern dass es vor Allem darauf ankommt, das Netz rasch ziehen zu können. Zu diesem Zweck empfiehlt es sich, einen einfachen soliden Rahmen zu nehmen, oben und die beiden Seiten sowie die Balancirbojen von Holz, die untere Seite durch eine Gasröhre gebildet. Solcher Rahmen lässt sich sowohl gut ziehen wie auch gut an Bord holen.

Oberflächencurre.

Fürst Albert von Monaco beschreibt unter diesem Namen das in Fig. XIII kopirte Netz, das er dem als »otter trawl« bezeichneten Fischernetz nachgebildet hat. Das Netz läuft, was aus der Figur nicht klar ersichtlich wird, an der Oberfläche; es soll des Nachts gebraucht werden. Die Holzplatten *b*, vermittelst deren das Netz gezogen wird, sind so eingerichtet (Fig. XIV), dass ihr einer Rand *p* mit Blei beschwert, der andere durch Korkstücken *l* hoch schwimmend gemacht ist. Diese Bretter schwimmen also auf der Kante. Die Zugleine *c* wird in der Weise an den Holzplatten befestigt, dass die Platten durch den Gegendruck des Wassers beim Zug auseinander zu weichen bestrebt sind, und dabei die an ihnen hängenden Netzflügel möglichst ausbreiten. Diese selbstthätige Entfaltung der Netzflügel ist das eigentlich charakteristische für das Netz und empfiehlt dasselbe in den Fällen, wo nur mit einem Fahrzeug gezogen werden kann. Die Flügel bilden unten, wie man sieht, eine geschlossene und vorspringende Wand, verhindern also bis zu einem gewissen Grade, dass Thiere, die in den Bereich der Flügel gekommen sind, nach der Tiefe zu entweichen. Das eigentliche Netz ist aus verschiedenen, aber nicht näher bezeichneten Nummern der Müllergaze gebildet und enthält eine sog. Falle, damit Thiere, die einmal in das Netz gekommen sind, nicht wieder entweichen können. Am Ende des Netzsackes, wo eine Art dichten und abnehmbaren Eimers angebracht ist, befindet sich eine Boje *l*, die den Sack trägt. Die Netzflügel sind Sardellennetze feinster Sorte. Die Breite der Oberflächencurre, von dem Rand

Fig. XIII.



Ottertrawl des Fürsten von Monaco.

b Holzplatten, die in Fig. XIV grösser dargestellt sind. Sie sind berechnet, um die Flügel des Netzes zu spreizen. Die Erklärung der Buchstaben wird im Text gegeben.

Fig. XIV.

f
p
e
c

der Flügel aus gerechnet beträgt 7 m, die Tiefe 6,8 m, die Länge bis zum Eimer 4,3 m. Die fischende Oeffnung scheint 25 bis 30 qm gross zu sein, umspannt also eine recht bedeutende Fläche. Der Apparat wird gelobt, aber Details über die Fangresultate habe ich nicht angegeben gefunden.

Ich möchte glauben, dass das Arbeiten mit diesem Netz eine erhebliche Uebung erfordert. Wenn man das Netz beschafft, wird man sich darüber klar sein müssen, was man eigentlich damit fangen will. Cephalopoden und mittelgrosse Fische dürften voraussichtlich am besten mit ihm gefangen werden. Das Netz ist für den Gebrauch vom Segelschiff aus geplant, vielleicht eignet es sich auch, um hinter Dampfbarkassen geschleppt zu werden, aber darüber müssen praktische Versuche entscheiden.

Das Wagennetz.

Weil auf dem Meeresgrunde in Tiefen von 1000 bis über 2000 m u. A. Octactinien, Hexactinien und Kieselschwämme vorkommen, also Thiere, die auf die Ernährung durch das Plankton angewiesen sind, entsteht die Frage, wie das Plankton am Meeresgrunde beschaffen sei. Da gewisse Octactinien, so die Umbellularienstöcke, 1 m und darüber hoch sind, also grosse Maasse haben, komme ich zu der Ansicht, dass die Nahrung am Meeresgrund reichlich zufliessen muss. Ob eine bedeutendere oder mindere Grösse günstiger für die Erhaltung der Art ist, hängt von vielerlei Umständen ab, aber es lässt sich doch behaupten, dass baumförmig wachsende, voluminöse Thierformen eines recht reichlichen Nahrungszuflusses bedürfen, um ihre Körpersubstanz aufbauen und deren Umsatz decken zu können. Für *Umbellularia* und ähnliche Formen muss die Nahrung treibend resp. schwimmend sein. Man wird wohl annehmen müssen, dass diese Nahrungsmassen, wenigstens in ihrer Urform, von der Meeresoberfläche stammen, da man doch nicht Anhäufungen von Nahrungsstoffen aus der Urzeit, etwa den Kohlenbecken des Festlandes vergleichbar, am Meeresgrund anzunehmen berechtigt ist. Es bleibt eine offene Frage, ob die niedersinkenden Massen, die sich schliesslich über dem Boden konzentriren, etwa wieder zu einer besonders reichen Entfaltung kleiner Lebewesen Anlass geben und so indirekt wieder zur Nahrung der grösseren Thiere werden, oder ob am Boden sich Alles direkt von den herabsinkenden todten Massen nährt, wie es die Elasipoden unter den Holothurien wohl entschieden thun. Es scheint, dass es besondere Copepoden auf dem Meeresgrund giebt, auch ist wohl kaum zu bezweifeln, dass dort schwärmende Larven vorkommen werden, trotzdem in einigen Fällen gerade bei Tiefseethieren Brutpflege nachgewiesen worden ist. Die intermediären Schichten sind an Larven sehr arm, die aber dicht über dem Grunde darum doch häufig sein könnten. So denkt man sich die Verhältnisse, aber wir wissen darüber noch wenig.

Meines Erachtens wird früher oder später die Untersuchung des Wasserinhalts dicht über dem tiefen Meeresboden eifrig in Angriff genommen werden müssen. Ich hatte mir zu diesem Zweck das nachfolgend zu beschreibende Wagennetz (Tafel X u. XI, Fig. 1) konstruirt, das sicher der Verbesserung sehr fähig, doch unter günstigen Verhältnissen des Bodens seinen Zweck erfüllen wird. Oft kommt man mit solchen Einrichtungen nur Schritt für Schritt vorwärts, und es muss genügen, wenn man überhaupt nur das Ziel erreichen kann.

Das Wagennetz lehnt sich an die Einrichtungen des Schliessnetzes an, nur wird der Propeller durch die vorderen Räder ersetzt. Die besondere Erschwerung, auf die ich bei der Konstruktion des Apparates gestossen bin, ist die, dass man nicht weiss, auf welche Seite der Apparat bei der Berührung des Grundes fallen wird. Es wäre vielleicht möglich, durch Segel oder Flügel die richtige Landung des Apparates zu bewirken, dazu würden aber einige Vorversuche nothwendig sein. Ich habe den Plan verfolgt, den Apparat zum richtigen Gang zu zwingen, wie immer er fallen möge.

Das Schliessnetz liegt auf den beiden Axen des Theils *A*, die durch die Schienen fest miteinander verbunden sind. Der Eimer am Netz wird durch eine Spiralfeder nach rückwärts gezogen, um selbst und vermittelst der Schnüre 11 auf den Rahmen des Netzes soviel Zug auszuüben, dass bei dem Loswerfen der kurzen Schnur, die den Rahmen im Anfang des Versuches geschlossen hält, das Netz sich sicher öffnet. Die Schnüre 11, die die Eröffnung des Netzbügels sichern, fallen nach vollbrachter Aufgabe vom Bügel ab, sodass sie den später erfolgenden Verschluss nicht behindern können.

Das Netz ist gegen Unbilden und gegen zu tiefes Einsinken in den Boden durch einen dichten Ueberzug geschützt, der von Leinwand gefertigt ist und der in dem Abstand von etwa 20 cm das Netz rings umgiebt. Der Ueberzug ist in den Figuren nicht mitgezeichnet, aber das eiserne Gerüst, das das Netz umgiebt und über das der Ueberzug gezogen wird, ist deutlich zu erkennen. Die Räder sind sehr breit genommen, damit sie auf weichem Boden möglichst wenig tief einsinken.

Der zu dem Schliessnetz gehörende Schraubenapparat und Korb ist in der Weise modificirt worden, dass nicht ein Propeller, sondern die Drehung der vorn auf dem Boden laufenden Räder die Vorwärtsbewegung der Mutter auf der Schraube bewirkt. Diese Vorbewegung der Mutter auf der langen Schraube führt im Uebrigen genau dieselben Auslösungen herbei, die bei dem Schliessnetz beschrieben worden sind und sich dort bewährt haben. Es lag daher kein Grund vor, hier etwas zu verändern. Der ganze hintere Wagen *A* mit seinen vier Rädern bleibt also jedesmal einen Moment s t e h e n, wenn durch die Auslösung ein Draht abgeworfen wird, wogegen das Schliessnetz in dem gleichen Moment, wie besprochen, ein wenig z u r ü c k f ä l l t.

In die Axen der vorderen Radpaare *B* sind in der Mitte Schrauben eingeschnitten, die ihrerseits in ausgefreeste Scheiben eingreifen und diese drehen. Axen und Scheiben sind so zu einander gelagert, dass jede Axe in richtigem Sinn auf die Vorbewegung der Mutter einwirkt, wenn die zu ihr gehörenden Räder dem Meeresboden zunächst stehen und der Wagen vorwärts gezogen wird. Daher ist es einerlei, auf welche seiner Seiten der Apparat fällt, nur wird es erforderlich, durch die auf der Tafel bei 12 gezeichneten Schienen die gehörige Stellung der Räder in der einen der beiden Lagen zu sichern. Der Wagen *A* des Netzes kann allerdings nicht mit dem Wagen *B* der Schraube fest verbunden sein, weil er sich ja, wenn der Schlussmechanismus spielen soll, von dem Wagen der Schrauben mehr und mehr entfernen muss, — aber durch zwei Gabeln (1 und 2) ist der Netzwagen doch so mit dem Schraubenwagen verbunden, dass er auf dieselbe Seite sich legen muss, wie jener, sowohl während des Falls im Wasser, als auch, wenn der Boden berührt wird. Es kann nicht vermieden werden,

dass das zweite vordere Radpaar, obgleich es weit vom Boden absteht, doch stark genug mit ihm in Berührung kommen kann, um bei Fortbewegung des Apparates auch gezwungen zu werden, sich zu drehen. Die so herbeigeführte Drehung erfolgt nothwendig in falschem Sinn. Um diese Drehung unschädlich zu machen, ist die gefreeste Scheibe auf der Schraubenaxe der langen Schraube frei drehbar und erst ein Sperrhaken stellt die feste Verbindung her. Dieser Sperrhaken greift ein, wenn die Räder in richtiger Richtung gehen, zwingt die Schraube sich zu drehen und die Mutter zu laufen; drehen sie sich entgegengesetzt, so greift der Sperrhaken nicht ein und die Scheibe dreht sich allein ohne die Schraube.

Um die Räder sicher zum Laufen zu bringen, ist an ihre Peripherie ein Blech mit vorspringenden Lamellen, die eine Art von Schaufelrad bilden, herumgelegt. In den Figuren ist diese Einrichtung nur für ein Radpaar gezeichnet, bei der Arbeit müssen beide vordere Radpaare mit diesen Schaufeln ausgestattet sein. Ich glaube, dass die Räder ohne diese Einrichtung rutschen und nicht laufen würden.

Bei gewöhnlicher Einstellung muss die Strecke von 1000 m durchlaufen werden, wenn das Schliessnetz alle Phasen durchmachen soll. Die Strecke ist vielleicht etwas lang, ich habe daher durch Verlängerung des Stiels am Haken bewirkt, dass schon nach etwa 650 m der Zug beendet werden kann. Tafel XI, Fig. 1 zeigt die bezügliche Einstellung.

Wenn gefischt werden soll, werden die Sperrhaken durch Stifte gehoben und festgestellt, dann wird die Schraube mit Hilfe eines besonderen Schlüssels so gedreht, dass Alles für den Beginn des Versuches eingerichtet werden kann, alsdann werden die Sperrhaken freigegeben und der Versuch kann beginnen.

Ich habe mich davon überzeugen können, dass das Netz nicht geöffnet wird, so lange der Apparat nur im Wasser schwebt. Am 7. September liess ich das Wagennetz mit der Geschwindigkeit von 10 m in 12″ über 4000 m in die Tiefe und schleppte es dann über 1000 m vorwärts, weil die Seekarten darauf hinwiesen, dass die Tiefe nur 1600 bis 1900 Faden sei. Leider war es so tief, dass das Netz den Grund nicht erreicht hatte, da sich nicht die geringste Spur von Mutte finden liess; es hatte, trotzdem ein Weg von mehr als einer deutschen Meile gemacht worden war, keins der Räder eine Drehung vollbracht. Dieser Stillstand der Räder ist, wenn das Netz vom Boden entfernt wird, eine Hauptbedingung für die Wirksamkeit des Apparates. Später liess ich das Netz an der brasilianischen Küste laufen, hier aber leider auf zu flachem Grund. Nachdem das Netz etwa 500 m gelaufen war, stiess es gegen einen Felsen, der nur wenig über den Boden ragte. Wir mussten es aufnehmen und es zeigte sich, dass der Netzbügel ziemlich stark verbogen war, sodass ich den Apparat nicht gut ferner verwenden konnte. Das Netz war aber geöffnet und der Stellung, in der es sich schliessen sollte, entsprechend nahe, sodass es genau funktionirt hatte wie es sollte. Der Apparat ist später restaurirt und der Pola-Expedition mitgegeben worden. Bei einem Versuch auf flachem Grunde ist er gelaufen, aber die Einrichtung erschien den Officieren zu schwach, sodass das Wagennetz auf dieser Expedition wohl kaum gebraucht werden wird. Es eignet sich auch der Boden in der Tiefe des Mittelmeeres nicht für dies Netz, Globigerinenschlamm dürfte, glaube ich, die geeignetste Bodenart sein; in ganz weichem Schlamm können die Räder wohl nicht laufen.

Das Wagennetz ist ein theurer (ca. 850 Mk.) und verwickelter Apparat, es wäre also erwünscht, ihn durch etwas Besseres zu ersetzen. Dabei ist zu bedenken, dass Bojen für Arbeiten in der Tiefe keine Verwendung finden können, weil sie zerdrückt oder zusammengedrückt werden, folglich nicht mehr funktioniren. Man könnte daran denken, das Netz in den Schlitten des Trawls zu legen und dafür einen Deckel nach Art photographischer Momentapparate zu konstruiren, der durch ein oder zwei Propeller in die erforderliche Bewegung gesetzt würde. Propeller laufen aber im Wasser unabhängig von der Berührung des Grundes und sind daher für den vorliegenden Zweck nur mit grösster Vorsicht zu verwenden! Galvanische Kräfte müssen bei grossen Tiefen ausser Betracht bleiben, weil die Isolirungen ein zu lästiges Nebengewicht mit sich bringen. Durch Fallgewichte den Schluss auszulösen, würde wohl angehen, aber dabei ist zu bedenken, dass das Seil hunderte Meter vor dem Netz bereits am Boden schleift, daher ein Fallgewicht erst dann wirksam werden kann, wenn man beginnt, das Netz zu heben. Ganz leicht und sicher würde also auch diese Einrichtung nicht funktioniren. Dies waren die Ueberlegungen, die mich zu der Konstruktion des vorstehend geschilderten Apparats gebracht haben. Zur Zeit finde ich nichts Besseres.

C. Sonstige Apparate.

Die hauptsächlichsten der zur Meeresuntersuchung bestimmten Apparate werden von Hrn. Prof. Krümmel (Bd. I C.) aufgeführt und beschrieben. Es ist nur wenig Besonderes, dessen hier noch Erwähnung geschehen muss.

Die trägen Thermometer.

Ich habe drei Thermometer, deren Gefäss mit einer Hartkautschukhülle von 1,5 cm Dicke umgeben war, mitgenommen. Die Theilung ging von 0 bis 30° C., jeder Grad hatte die Länge von 0,9 bis 1 cm und war in Zehntel getheilt, sodass Fünfzigstel ziemlich gut, Hundertstel nur unsicher geschätzt werden konnten. Die Kautschukhülle war so dünn abgedreht, dass das Thermometer, in Wasser getaucht, sich in 25 Minuten genau auf die richtige Temperatur einstellte. Als die drei Thermometer in den Ocean von 26° C. bis zu gleicher Tiefe versenkt waren, gaben nach einer Stunde Nr. 1 und 2 genau die gleiche Ablesung, Nr. 3 stand 0°,03 zu hoch; diese Differenz ist in der nachfolgenden Tabelle korrigirt.

Frühere Untersuchungen hatten mir eine Vertheilung der Temperatur, des Salzgehalts und des Planktons in den Tiefenzonen grösserer Tiefen der östlichen Ostsee ergeben die unerklärlich waren, und in mir den Wunsch wach riefen, über das Eindringen der Wärme in das Wasser einige Erfahrungen zu sammeln. Im Ganzen war ja nicht zu hoffen, dass unsere Expedition den Schatz unseres Wissens über das physikalische Verhalten des Meeres direkt werde vermehren können. Wenn hier durch den Fleiss von Hrn. Krümmel dennoch ein Gewinn erzielt worden ist, so muss doch daran festgehalten werden. dass man nur auf eine Bereicherung des eigenen Wissens über bereits von Anderen Erworbenes hinaus hoffen darf, wenn in geregeltem Plan entsprechende Leistungen an Zeit und Mitteln aufgewendet werden können.

Zeit			1 0,5 m	2 4 m	Δ 1 und 2	3 8 m	Δ 2 und 3	Δ 1 und 3	Bemerkungen.
August	16.	9 h 25′	26° 38	26° 30	0,08	26,24	0,06	0,14	Schön Wetter. An der Seite des Schiffs, jetzt hinter dem Stern, hängen die Thermometer.
»	»	10 h 40′	26° 40	26° 06!	0,34	26,30	?	0,10	
»	»	11 h 35′	26° 39	26° 43	+ 0,04	26,29	0,14	0,10	
»	»	1 h 10′	26° 60	26° 60	0	26° 51	0,09	0,09	
»	17.	9 h 15′	26° 32	26° 24	0,08	26,17	0,07	0,15	Schön Wetter.
»	»	6 h 20′	26° 30	26° 28	0,02	26,20	0,08	0,10	
»	»	7 h 5′	26° 22	26° 20	0,02	26,12	0,08	0,10	
»	18.	10 h 5′	26° 30	26° 05	0,25	25° 95	0,10	0,35	Schön. Windstill.
»	»	10 h 40′	26° 49	26° 09	0,40	25° 98	0,11	0,38	
»	»	11 h 45′	26° 82	26° 12	0,70	25° 97	0,15	0,85	
»	»	6 h 0′	26° 62	26° 20	0,42	26° 09	0,11	0,53	
»	19.	8 h 35′	25° 73	25° 70	0,03	25° 67	0,03	0,06	Theilweise bewölkt.
»	»	9 h 10′	25° 80	25° 74	0,06	25° 67	0,07	0,13	
»	»	9 h 40′	25° 80	25° 77	0,03	25° 67	0,10	0,13	
»	»	10 h 15′	25° 87	25° 78	0,09	25° 68	0,10	0,19	
»	»	6 h 20′	25° 99	25° 93	0,06	25° 72	0,21	0,27	
»	20.	8 h 50′	25° 57	25° 49	0,08	25° 37	0,12	0,20	Trübe und bewegt.
»	»	9 h 40′	25° 61	25° 50	0,11	25° 43	0,07	0,18	
		Tiefe:	**0,5 m**	**5,5 m**		**10,5 m**			
»	»	5 h 10′	25° 45	25° 44	0,01	25° 30	0,14	0,15	Thermometer tiefer gesenkt.
»	21.	8 h 54′	24° 99	24° 86	0,13	24° 78	0,08	0,21	Schön.
»	»	10 h 35′	25° 12	24° 84	0,28	24° 87	+ 0,03	0,25	
»	22.	8 h 40′	24° 92	24° 87	0,05	24° 74	0,13	0,18	Regnerisch und bedeckt.
»	»	10 h 15′	24° 82	24° 73	0,09	24° 67	0,06	0,15	
»	»	5 h 50′	24° 80	24° 71	0,09	24° 49?	—	—	
»	»	6 h 20′	24° 72	24° 70	0,02	24° 59	0,11	0,13	
»	23.	8 h 50′	24° 35	24° 30	0,05	24° 25	0,05	0,10	Trübe.
»	»	9 h 50′	24° 40	24° 33	0,07	24° 25	0,08	0,15	Etwas Sonne.
»	»	10 h 55′	24° 49	24° 40	0,09	24° 35	0,05	0,14	Desgl.
»	»	11 h 30′	24° 50	24° 43	0,07	24° 37	0,06	0,13	Trübe.
»	»	6 h 15′	24° 49	24° 41	0,08	24° 37	0,04	0,12	Bewegt, starke Abtrifft.
»	26.	8 h 50′	24° 76	24° 72	0,04	24° 65	0,07	0,11	Klar.
Septbr.	2.	10 h 45′	26° 42	26° 40	0,02	26° 32	0,08	0,10	Sonne und Wolken.
»	»	12 h	26° 46	26° 44	0,02	26° 22	0,22	0,24	Stromkappelungen.
»	»	1 h 50′	26° 60	26° 57	0,03	26° 42	0,15	0,18	Desgl.
»	»	2 h 40′	26° 60	26° 58	0,02	26° 37	0,21	0,23	Desgl.
»	3.	9 h 20′	26° 60	26° 60	0	26° 55	0,05	0,05	Viel Regen.
»	4.	8 h 50′	26° 82	26° 78	0,02	26° 74	0,04	0,08	2/3 bewölkt.
»	»	9 h 40′	26° 88	26° 82	0,06	26° 77	0,05	0,11	
»	»	5 h 18′	26° 80	26° 70	0,10	26° 75	+ 0,05	0,05	Sonnig.
»	»	6 h 15′	26° 67	26° 67	0	26° 65	0,02	0,02	Sonnenuntergang.
»	5.	9 h	26° 20	26° 18	0,02	26° 11	0,07	0,09	3/4 bedeckt.
»	»	9 h 35′	26° 24	26° 20	0,04	26° 16	0,04	0,08	
»	»	10 h 20′	26° 35	26° 30	0,05	26° 17	0,13	0,18	
»	»	10 h 50′	26° 34	26° 28	0,06	26° 25	0,03	0,09	
»	»	6 h 50′	25° 60	25° 32	0,28	24° 87	0,45	0,73	
»	6.	8 h 50′	26° 10	26° 09	0,01	26° 06	0,03	0,04	Gut Wetter.
»	»	9 h 15′	26° 10	26° 06	0,04	26° 05	0,01	0,05	
»	»	5 h 30′	25° 48	25° 52	+ 0,04	25° 44	0,08	0,04	
»	»	6 h	25° 50	25° 48	0,02	25° 43	0,05	0,07	
»	7.	8 h 30′	23° 40	23° 36	0,04	23° 33	0,03	0,07	Gut Wetter.
»	»	8 h 53′	23° 41	23° 37	0,04	23° 33	0,04	0,08	
»	»	3 h 28′	23° 89	23° 82	0,07	23° 57	0,25	0,32	
»	»	4 h	23° 89	23° 81	0,08	23° 64	0,17	0,25	Starke Abtrifft.

Die Absicht, das eigene Wissen zu vermehren (neben dem Bestreben, die Mittheilung eines Gewinns gut lesbar zu machen), scheint recht selbstsüchtig zu sein, ist aber nothwendig. Der Wunsch, in erster Linie durch eigene Forschung Andere belehren zu können, ist für das Gedeihen der Wissenschaft ein Unglück, denn es ruft jene Masse von »phantasiereichen« Schriften hervor, die die Wissenschaft veröden.

Ich habe geglaubt, ohne andere Arbeiten an Bord zu behindern, genügend eingehende Beobachtungen über das Einstrahlen der Sonnenwärme in das Wasser anstellen zu können. Ich hoffte unter dem wolkenlosen Himmel der Tropen von Stunde zu Stunde die Erwärmung der oberen Schichten des Wassers mitten in dem freien, krystallklaren, kein Licht vom Grunde zurück erhaltenden Ocean beobachten zu können. Die Sache war leichter gesagt als gethan, weil die Gelegenheit zur Beobachtung doch viel seltener und unvollkommener sich darbot, als ich erwartet hatte. Dennoch gebe ich die gewonnene kleine Zahlenreihe auf S. 122, weil die Möglichkeit, solche Beobachtungen anzustellen, nicht leicht sich finden wird, und weil die Bearbeitung der Tabelle doch mehr Anregung zum Fragen und Forschen gegeben hat, als bei blosser Betrachtung der Zahlenreihen zu erwarten war.

In den 159 Lesungen dürfte ein grober Fehler in Nr. 2 vom 16. August, 10 h 40′, stecken, wo wohl anstatt 20° 06 stehen soll 20° 36, ferner ist Nr. 3 vom 22. August, 5 h 50′, um 0° 1 verkehrt gelesen, oder auch diese Lesung ist mit der der folgenden Stunde bei der stets am Abend geschehenden Eintragung vertauscht worden. Die Originalnotizen wurden später so durchnässt, dass sich der Thatbestand nicht feststellen lässt.

Die Tabelle giebt ein ziemlich buntes Bild, das am leichtesten übersichtlich wird, wenn man das Verhalten der Differenzen beachtet. Die zu Tage tretenden Verschiedenheiten in dem Gang der Temperatur hängen zum Theil von der Witterung ab, bei Regen kehrt sich dieser Gang geradezu um, zum Theil hat die Temperatur des unterliegenden Wassers Einfluss darauf. Am Morgen steigt die Wärme, und zwar am meisten an der Oberfläche, am Nachmittag sinkt sie, und zwar gleichfalls am meisten an der Oberfläche. Das war zu erwarten, aber die Art und Weise, wie das geschieht, sollte diese Tabelle lehren. Hier liegt aber das Hinderniss vor, dass die Nachmittagstemperatur nothwendig an einer von dem Ort der vormittäglichen Untersuchung beinahe einen Grad entfernten Stelle genommen werden musste. Die Verschiebung des Beobachtungsorts hat am 19. August und am 5., 6. und 7. September merklichen Einfluss gewonnen, es lässt sich nicht entscheiden, ob an den anderen Beobachtungstagen ein Einfluss vorhanden gewesen ist oder nicht.

Es ergiebt sich, dass der tägliche Gang der Erwärmung recht verschieden ist. Die Oberfläche kann sich im Laufe des Vormittags um 0,5° erwärmen, kann sich fast unverändert erhalten, kann aber auch abkühlen. Betrachtet man die ganze Tageszeit, so ist die Regel, dass am Nachmittag eine Abkühlung erfolgt, es ist aber auch anders gewesen. Meistens schreitet die Erwärmung unter dem Einfluss der Sonne an der Oberfläche viel rascher fort, als in der Tiefe, hier kommt dann die Erwärmung etwas später nach, wenn schon die Oberfläche abkühlt, daher wird die Differenz zwischen Thermometer 1 und 3 am Nachmittag oft geringer

gefunden, als am Vormittag. Die nachträglich eintretende Erwärmung der Tiefe kann wohl nur die Folge einer Durchmischung des Wassers sein, sie tritt in der Tabelle nicht sehr deutlich hervor und bedarf noch besserer Begründung, weil sie von der Theorie nicht gefordert wird. Dagegen ist sicher, dass in der Verschiedenheit der täglichen Erwärmung der Schichten eine Ursache für Ungleichheiten in dem sonst so gleichförmigen Meer vorliegt und dass diese Ungleichheiten nicht ohne weitere Störungen und Folgen verlaufen können. Den Betrag dieser Störungen so gut es geht festzustellen, diene die folgende Tabelle, welche die grössten Differenzen des Vormittags und des ganzen Tages verzeichnet.

Gang der Temperaturen.

Datum	Vormittags					Ganzer Tag			Bemerkungen.
	Zeit	Zeitdauer	Grösste Differenzen der Thermometergrade			Grösste Differenzen der Thermometergrade			
			Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	
August 16.	9h 25′ — 1h 10′	3 St. 45 Min.	+ 0,22		+ 0,27	—	—	—	+ bed. Zu-, — Abnahme d. Wärme mit fortschr. Zeit.
» 17.	—	—	—	—	—	— 0,10	— 0,08	— 0,08	
» 18.	10h 5′ — 11h 45′	1 » 40 »	+ 0,52	+ 0,06	+ 0,02	— 0,20	+ 0,08	+ 0,11	
» 19.	8h 35′ — 10h 15′	1 » 40 »	+ 0,14	+ 0,08	+ 0,01	+ 0,12	+ 0,15	+ 0,04	
» 20.	8h 50′ — 9h 40′	0 » 50 »	+ 0,04	+ 0,03	— 0,05	— 0,16	— 0,06	— 0,13	Trübe.
» 21.	8h 54′ — 10h 35′	1 » 40 »	+ 0,13	— 0,02	+ 0,09	—	—	—	
» 22.	8h 40′ — 10h 15′	1 » 35 »	— 0,10	— 0,14	— 0,07	— 0,20	— 0,17	— 0,15	Regen.
» 23.	8h 50′ — 11h 30′	2 » 40 »	+ 0,15	+ 0,13	+ 0,12	— 0,01	— 0,02	0,0	
Septbr. 2.	11h 45′ — 2h 40′	3 » 55 »	+ 0,18	+ 0,18	+ 0,05	—	—	—	
» 4.	8h 50′ — 9h 40′	0 » 50 »	+ 0,06	+ 0,04	+ 0,03	— 0,21	— 0,15	— 0,12	
» 5.	9h 0′ — 10h 50′	1 » 50 »	+ 0,14	+ 0,10	+ 0,14	— 0,75	— 0,98	— 1,38	
» 6.	8h 50′ — 9h 15′	0 » 25 »	0	— 0,03	— 0,01	— 0,62	— 0,61	— 0,63	
» 7.	8h 30′ — 8h 53′	0 » 23 »	+ 0,01	+ 0,01	0	+ 0,48	+ 0,45	+ 0,24	
	Stunden resp. Tagesmittel:		+ 0,07	+ 0,025	+ 0,029	— 0,165	— 0,139	— 0,219	

Diese Tabelle zeigt, dass sich die Wärmeänderungen in 5 und 10 m im Ganzen denen der Oberfläche anschliessen, man sieht namentlich, dass die Aenderungen in der Tiefe klein bleiben, wenn die an der Oberfläche nur geringfügig sind, im Uebrigen sind die Beziehungen mir nicht genügend klar. Man würde an Schätzungsfehler bei den Ablesungen der Thermometer denken können, aber die Vergleichung mit der Originaltabelle S. 122 ergiebt, dass an solche Fehler doch nicht gedacht werden kann. Dass nicht allein das Eindringen der Wärme von Oben, sondern oft auch das der Kälte von Unten her in Betracht kommt, zeigen die Tagesdifferenzen vom 5., 6. und 7. September in auffallender Weise. Es handelte sich an diesen Tagen um Beobachtungen im Guinea- und Süd-Aequatorialstrom, wo im Wasser viel Unruhe herrscht.

Als mittleres Maass des stündlichen Temperaturwechsels findet sich für 0,5 m Tiefe 0,07°, für 10,5 m 0,029°. Rechne ich, um sicher nicht zu hoch zu greifen, den ganzen Temperaturwechsel zehnmal so gross und nehme die grössten Differenzen zwischen Oberfläche und Tiefe in der Nacht, so erhalte ich die folgende Tabelle.

Berechnung des nächtlichen Minimums der Wärme.

Tag	In 0,5 m	In 10,5 m	Differenz	Tag	In 0,5 m	In 10,5 m	Differenz	Tag	In 0,5 m	In 10,5 m	Differenz
Aug. 16.	25° 30	26° 01	+ 0,61	Aug. 21.	24° 42	24° 58	+ 0,16	Sept. 3.	25° 90	26° 26	+ 0,36
» 17.	25° 62	25° 91	+ 0,29	» 22.	24° 22	24° 45	+ 0,23	» 4.	26° 18	26° 48	+ 0,30
» 18.	26° 12	25° 80	— 0,32	» 23.	23° 80	24° 08	+ 0,28	» 5.	25° 65	25° 96	+ 0,31
» 19.	25° 29	25° 43	+ 0,14	» 26.	24° 06	24° 36	+ 0,30	» 6.	25° 40	25° 77	+ 0,37
» 20.	24° 91	25° 14	+ 0,23	Sept. 2.	25° 90	26° 13	+ 0,23	» 7.	23° 19	23° 35	+ 0,16

Mittel der Wärme + 0,26 grösser in 10,5 m Tiefe.

Nach dieser Tabelle würde 14 mal in 15 Fällen das Wasser der untersuchten Gegend in 10 m Tiefe in der Nacht wärmer sein, im Mittel um 0,26°, als an der Oberfläche. Das ist aber nur das rechnungsmässige Ergebniss, in Wirklichkeit wird dieser Zustand nicht eintreten, weil das kälter werdende Wasser der Oberfläche vorher sinken und dem wärmeren Tiefenwasser Platz machen wird. Dies wird umsomehr der Fall sein, weil 1. das Meer dicht an der Oberfläche durch die Verdunstung und Strahlung noch stärker abkühlen muss, als ich gerechnet habe, und 2. weil es schwerer wird, als es der Abkühlung allein entspricht, da Wasser verdunstet. Allerdings sagt Hr. Boguslawski (**25**, S. 221), dass in der Nacht und im Winter die abgekühlten Wassermassen von der Oberfläche infolge der Zunahme ihrer Dichtigkeit hinabsinken und wärmeres Wasser bis zu den oberen Schichten hinaufdringt, aber weil ich diese Angabe nicht beachtet hatte, habe ich nicht versucht, sie für den Ocean praktisch nachzuweisen, was bisher nicht geschehen ist. Ich habe leider die Gelegenheit versäumt, Beobachtungen über das Verhalten an der wirklichen Oberfläche während der Nacht anzustellen, was doch geschehen sollte. Um zu ergründen, aus welcher Tiefe etwa das Wasser in der Nacht aufsteigt, müsste man genaue Bestimmungen des an der Oberfläche erreichten Minimums haben; in Ermangelung solcher Bestimmungen kann nur gesagt werden, dass in der Nacht eine Wasserbewegung nach Oben geht, die am Tage sistirt. Diese Thatsache hat Interesse für das Verhalten des Planktons. Wenn auch, wie Hr. Schütt in dem Reisebericht, I A., ausgeführt hat, bei vielen Pflanzen Einrichtungen getroffen sind, die deren Sinken verhindern sollen, so wird doch bei ihnen in ganz ruhigem Wasser ein langsames Sinken stattfinden müssen, weil derartige Einrichtungen ihrer Natur nach das Sinken dann nur verzögern, nicht hindern können. Am Tage werden also die Pflanzen etwas sinken, in der Nacht können sie wieder steigen, weil das kalt werdende Oberflächenwasser pflanzenleer geworden ist und das tiefere, Pflanzen enthaltende Wasser, aufsteigt. Mit den Pflanzen wird die Thierwelt ziehen. Ich bin zwar nicht geneigt, auf diese Bewegung des Wassers ein grosses Gewicht zu legen, aber sie ist vorhanden, muss vorhanden sein und verdient Beachtung. Ueber die Wärme an der Meeresoberfläche hat man die zahlreichsten Beobachtungen von jeder Tageszeit. Es sind darüber z. B. für die Reise des CHALLENGER graphische Darstellungen von Wyville Thomson (**26**) gegeben. Dabei ist es auffallend, dass die Oberflächentemperaturen recht erheblich und recht unregelmässig schwanken. Für die Beobachtungen schlägt man gewöhnlich in einem Eimer Wasser auf und misst die

Wärme dieses Wassers. Ich meine, dass es durchaus unsicher sein muss, ob hier wirkliches Oberflächenwasser oder Wasser aus mehreren Fuss Tiefe vorliegt, weil die Brandung am Schiff die Schichten durcheinander mischt. Es wird ganz besonderer Messungen und Kurven bedürfen, um die Abkühlung der wirklichen Oberfläche während der Nacht zu bestimmen. Das habe ich leider zu spät eingesehen. Ich meine, dass für richtige Messungen ein träges Thermometer flach unter einer Korkscheibe vor dem Schiff schwimmen müsste.

Als Folge der oben erwähnten vertikalen Bewegung des Wassers ist anzusehen, dass sich nicht der regelmässige Wärmeabfall nach der Tiefe zu findet, der sich sonst bei dem Ausgleich gegen die kalte Wassermasse der Tiefe herstellen müsste. Nicht selten ist die Wärme in den 10 oberen Metern fast gleich hoch, so am 3., 4. und 6. September. Die Vergleichung der mittleren Temperaturdifferenz für je 10 m, nach meinen Messungen, die bis 10,5 m gingen, und den gleichzeitigen Messungen von Krümmel für 200 m Tiefe, stellt diese Trägheit des Temperaturabfalls, die übrigens bekannt genug ist, in deutlicher Weise fest.

		August.									September.						
Datum:		16	17	18	19	20	21	22	23	26	2	3	4	5	6	7	
Mittlere Temp.-Diff.	von 0,5 bis 10,5 m	0,11	0,12	0,53	0,16	0,18	0,23	0,15	0,13	0,11	0,19	0,05	0,07	0,23	0,05	0,18	Mittel = 0,16.
Für je 10 m	von 0 bis ca. 200 m	0,43	0,38	0,36	0,42	0,39	0,38	0,33	0,33	0,44	0,43	0,69?	0,80	0,36	0,59	?	Mittel = 0,452.

Das Mittel der Zehnmeterdifferenz ist an der Oberfläche 0,16, für 200 m Tiefe 0,452° C. Unter den 15 Einzelbeobachtungen ist nur die vom 18. August gefundene Differenz höher für die Oberflächenschicht, als für die ganze Tiefe bis 200 m; sonst ist immer die Abnahme in der oberen Schicht sehr erheblich geringer, als die der etwas grösseren Tiefen, dort muss also entsprechend ein recht schroffer Wärmeabfall sich finden. Wo dieser liegt, lässt sich aus unseren Beobachtungen nicht ermitteln. Boguslawski (**25**, S. 257) hat aus einer von Wyville Thomson (**27**) gegebenen Kurve die Zahlen einer Lothung westlich von Schottland ermittelt, die ich, weil sie besonders ausführlich sind, als Beispiel des Verhaltens hierherstelle.

Thomson 49° 12′ N und 12° 53′ W.

Tiefen in m:	0	20	40	55	75	90	185	275	365	455	550	640	730	825	915	1100	1280	1370	1465	1577	0-185
Temperat.:	17°2	16,7	15,2	13,3	12,4	11,8	10,6	10,5	10,2	10,1	9,7	9,5	9,1	8,6	8,5	7,5	6,4	5,8	5,5	4,3	— 6,6
Diff. f. je 10 m:		0,25	0,75	1,29	0,45	0,24	0,13	0,01	0,03	0,01	0,04	0,02	0,04	0,05	0,01	0,05	0,06	0,06	0,03	0,01	0,357.

Es fand sich also in diesem Fall der grösste und absolut sehr grosse Wärmeabfall von 1,29° in der Tiefe zwischen 40 und 55 m (entsprechend der von Hrn. Richter (**29**) in den Landseen gefundenen »Sprungschicht«), weiterhin nehmen die Unterschiede wieder ab, um über 185 m hinaus sehr klein zu werden. In grösserer Tiefe (825 m) wiederholt sich übrigens diese Form des Abfalls der Wärme, aber freilich ist die betreffende Wasserschicht über 600 m mächtig.

Boguslawski (**25**, S. 250) giebt an, dass im Atlantischen Ocean die Beeinflussung der Sonnenwärme eine Tiefe von 110 bis 160 m erreiche. Nach Thomson's Tabelle kann

man wohl diesen Schluss machen, aber die Beeinflussung durch die Sonne ist bisher überhaupt noch nicht klar gestellt, sie wird je nach der Durchsichtigkeit des Wassers und nach der Wolkenbedeckung des Himmels und der Abkühlung bei Nacht sehr verschieden sein. Thatsächliche Beobachtungen über die Einstrahlung und die weitere Fortführung der Sonnenwärme an einunddemselben Ort im Meere fehlen bis jetzt. Nachdem die Meerestemperaturen in ihren grossen Zügen festgestellt worden sind, dürfte es unerlässlich sein, die Einstrahlung der Wärme in das Meer in den Einzelheiten zu verfolgen, weil dies doch der Urvorgang ist, von dem die weitere Vertheilung der Wärme im Meer abhängig sein muss.

Wenn meine bezüglichen Versuche noch nicht befriedigend haben werden wollen, so liegt in ihnen doch ein Gewinn für die Methodik solcher Forschungen. Die Verwendung träger Thermometer halte ich für geboten, weil es sich um sichere und genaue Temperaturbestimmungen handelt. Das Abreissen bei Maximal- und Minimalthermometern irgend welcher Art erfolgt nicht so sicher, wie für die Ablesung von hundertstel Graden erforderlich ist, denn die veränderte Länge des Fadens und die veränderte Wärme des Quecksilbers bilden störende Momente. Die Skale sollte für den Grad die Länge von mindestens 20 mm haben und in zwanzigstel Grade getheilt sein, dann müssten je zwei Thermometer zu einem Satz gehören, die einen für — 2 bis 15°, die anderen für 13 bis 29°. Die Bedingungen für die Prüfung der Thermometer sind insofern besonders günstig, als man darauf rechnen kann, bei gleichzeitiger Versenkung der zu vergleichenden Thermometer auf 1 m Tiefe, gerade den Theil der Skale, auf den es ankommt, genau vergleichen zu können, weil kaum eine gleichmässigere Mischung in Bezug auf die Wärme als die im Ocean zu finden sein dürfte. Man wird die Ablesung der Temperaturen machen, während das Thermometer in einem Gefäss mit frisch geschöpftem Wasser steht, weil die Wasserverdunstung an Deck doch bei nicht ganz raschem Ablesen einen kleinen Einfluss gewinnen könnte. Ob die Kompression, die das Thermometer bei einer Pressung von 2 Atmosphären erleidet, beim Aufziehen prompt zurück geht, würde wohl für jeden Fall besonders ermittelt werden müssen. Findet man bei gleichzeitiger Versenkung der Thermometer in die Tiefe von 30 m zwischen ihnen die gleiche Differenz der angezeigten Temperaturen, wie bei Versenkung auf 1 m, so ist die genannte Zusammendrückung vollkommen genug wieder ausgeglichen, um relativ verlässliche Messungen zu geben. Besser ist es natürlich, die Vollkommenheit der Elasticität der besonderen Glaskugel direkt zu bestimmen, aber das dürfte nicht leicht sein. Elektrische Registrirungen der Temperaturen sind natürlich ausführbar, aber sicher sehr mühsam in der Herstellung und Verwendung.

Hr. Apstein macht mich darauf aufmerksam, dass im Weissensee von Hrn. K. Grissinger (28) mit einem Casella-Maximum- und Minimum-Thermometer im Jahr 1891 Untersuchungen genau derselben Tendenz angestellt sind, die ich auf dem Ocean verfolgte. Trotz äusserst fleissiger Arbeit konnte des Nachts nicht untersucht werden. Es wurde ununterbrochen an den Tagen des 1. bis 5. September gemessen, die Messung vom Abend des 2. und vom 3. September giebt die Tabelle auf S. 128. Die unten angegebenen — von mir angefügten — Tagesdifferenzen weisen durch einige Unregelmässigkeiten darauf hin, dass das Thermometer nicht ganz seine Pflicht gethan hat oder nicht fein genug getheilt war. Das ändert aber die

Temperaturmessungen im Weissensee 1891 von Grissinger.

Tiefe in m	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40
2. September 6 h. p. m.	19.9	18.7	18,4	18,3	17.0	12,2	8.9	**7,5**	**6,4**	**5,9**	**5,5**	4,5	4,4	4,4	4.4
3. » 8 h. a. m.	18,8	18,4	18,4	18,0	16,8	11,7	8,7	7,0	6,3	5,7	**5,5**	**4,7**	**4,6**	**4,5**	4,4
» » 11 h. a. m.	20,5	19,1	18,6	18,2	16,9	12,1	8,7	6.8	6,2	5,6	5,4	4,6	4,5	4,4	4,4
» » 2 h. p. m.	**21.5**	**19,2**	**18,7**	18,3	17,1	12,3	8,8	6,7	6,2	5,6	5,3	4,6	4,5	4,4	4,4
» » 5 h. p. m.	20,7	19,1	18,7	**18,4**	**17.2**	**12,6**	**9,0**	7,1	6,4	5,7	5,3	4,6	4,5	4,4	4,4
Grösste Tagesdifferenz:	2.7	0,8	0,3	0,4	0,4	0,9	0,3	0,8	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0

wesentlichsten Resultate nicht. Der Wärmeunterschied an der Oberfläche ist sehr erheblich im Vergleich zum Ocean. Ob bei solchen Versuchen bei 0 m genau die Tiefe, bis zu welcher die Kugel reicht, angegeben werden müsste, möchte ich der Erwägung anheim geben. Es scheint, dass in dem vorliegenden Fall die Leitung von der landwarmen Luft auf die Wasseroberfläche die grosse Tagesdifferenz an der Oberfläche erklären kann. Sehr merkwürdig ist es, dass während der Dunkelheit die Wärme weiter in die Tiefe hinabdringt, um dann zu verschwinden. Leitung kann dabei, wo es sich um mehrere Meter dicke Schichten handelt, doch sicher nicht in Betracht kommen, Vermischung der tiefen Schichten kann auch kaum stattgefunden haben, es muss sich also um Strahlung der Wärme handeln. Ich glaube, dass man, ohne das Plankton in Rechnung zu ziehen, mit diesem Vorgang der Wärmeverbreitung nicht zur Klarheit wird kommen können. Uebrigens dürften die Untersuchungen an Landseen und auf der Oceanfläche sich ergänzen können.

Bei meinen Untersuchungen hingen die drei Thermometer an derselben Schnur; wenn ich den ersten ablas, wurden die beiden anderen in eine höhere Wasserschicht gezogen, auch musste ich die Länge der Schnur vergrössern, weil bei 4 m Abstand zuweilen das bei der Ablesung noch im Wasser weilende Thermometer über die Wasserfläche gehoben wurde. Es ist daher besser, jedes Thermometer an besonderer Schnur zu halten, dann verweilt es bis zu dem Augenblick, wo es — möglichst rasch — aufgezogen wird, in der bestimmten Tiefe.

Meine Thermometer hingen am Stern des Schiffs in einem Wasser, das durch den Propeller in seiner Ruhelage etwas gestört war. Zwischen die ruhig stehenden Flügel des Propellers fliesst bei jeder Welle viel Wasser hindurch. Ich glaube zwar nicht, dass die so entstehenden Wirbelbewegungen erheblichen Einfluss auf die Thermometer gehabt haben werden; besser ist es, man vermeidet die Gefahr, was freilich nur möglich sein wird, wenn man am Bugspriet aussetzt. Die Thermometer müssen ziemlich stark mit Gewichten beschwert werden, wenn sie bei stärkerer Abtrifft des Schiffs in richtiger Tiefe bleiben sollen, das macht das Aufnehmen recht unbequem, sodass man in dieser Richtung Maass halten muss; meine Thermometer standen in einigen Fällen recht schräg ab.

Es wird die Gelegenheit zur Vornahme der hier empfohlenen Messungen auf hoher See wohl selten sein, weil man sich nicht leicht entschliessen wird, das Schiff 24 Stunden lang treiben zu lassen. Ich möchte aber doch bemerken, dass meiner Ansicht nach dies Opfer früher oder später wird gebracht werden müssen. Ein Thermometer kostete 30 Mk., was zu theuer ist. Die Kautschukhülle war schwarz gelassen.

Photographische Apparate.

Ich hatte einige photographische Apparate mitgenommen zur Untersuchung der Frage, bis zu welcher Tiefe das Licht merklich eindringe. Die Einrichtung unterschied sich von der von Chun (20) beschriebenen im Wesentlichen nur darin, dass die photographische Platte nicht vertikal, sondern horizontal liegend exponirt wurde. Die Bewegung eines Propellers drehte eine Axe, auf der die Platte lag. Nach einer gewissen Drehung fiel der lichtdichte Deckel von der Platte, nach weiterer Drehung legte sich die Platte wieder auf den abgefallenen Deckel hinauf und war dann von Neuem gegen das Licht geschützt, die Exposition war beendet.

Das Spiel meiner Apparate war etwas zu kurz, ein Hub durch noch nicht voll 10 m genügte, um den Cyclus der Bewegung zu vollenden. Ausserdem zeigte sich, dass unsere bezüglichen photographischen Platten, wohl wegen der Hitze und Feuchtigkeit, jenseits Bermudas nicht mehr völlig zuverlässig waren. Da es sich bei dieser Art der Exposition nur um ein allgemeines Anlaufen der Platten handelt, so legt Unzuverlässigkeit der Platten jeden Versuch lahm und ich musste verzichten. Weshalb in früheren Versuchen die Platten in vertikaler Stellung exponirt wurden, sehe ich nicht ein, die empfindliche Schicht wird doch jedenfalls der Oberfläche des Meeres entgegen zu wenden sein; aber auch das genügt nicht. Für erneute Versuche scheint erforderlich zu sein, eine einfache Linse mit Tubus so über der Platte anzubringen, dass das Bild der Oberfläche auf der empfindlichen Platte entworfen wird. Wenn, was wohl unvermeidlich ist, die Platte sich unter der Linse dreht, so wird das Bildchen auf der Platte eine Lichtlinie beschreiben, deren Anwesenheit dann der sichere Beweis dafür ist, dass das Licht bis zur Tiefe der exponirten Platte eingedrungen war. Für den genannten Zweck halte ich es für unnöthig, den Versuch zu machen, ein wirkliches Bild der von der Tiefe aus gesehenen Oberfläche zu gewinnen; der Apparat dürfte dafür nicht ruhig genug stehen, sonst müsste ein solches Bild kommen, sobald man in entsprechender Lage der Platte mit Einholen des Apparats innehält.

Von Hrn. Ad. Steinheil war freundlichst auf mein Ersuchen ein Aplanat berechnet und hergestellt worden, der mit Meerwasser gefüllt ein helles Bild entwarf. Der Apparat sollte mir dienen, Abbildungen des Grundes verschiedener Tiefen zu erhalten. Ich hatte dafür eine Kamera gebaut, berechnet darauf, dass, sobald der Apparat auf festem Boden gelandet war, die photographische Platte der Belichtung freigegeben werden sollte. Sobald dann der Apparat wieder in die Höhe ging, sollte die Platte durch das Anziehen des Seils gedeckt werden. Versuche, die ich bei Bermuda anstellte, gaben kein deutliches Bild, sei es, dass hier das Wasser in der Tiefe zu undurchsichtig war, oder aus anderen Gründen. Ich halte meine Verschlussvorrichtung nicht für zweckmässig und beschreibe sie daher weiter nicht. Am richtigsten dürfte es sein, den Deckel der Linse durch elektromagnetische Kräfte zu öffnen und zu schliessen. Solche unterseeischen Photographien werden einen grossen Aufwand von Zeit und Mühe erfordern, ehe irgend welche Förderung unserer Anschauungen daraus erwachsen werden.

Der Filtrator.

Um die Fänge zur Konservirung und Ausnutzung zu bringen, wird es im Allgemeinen nöthig sein, möglichst das Meerwasser aus ihnen zu entfernen. Für gut sichtbare Thiere ist das Aussammeln aus mit Wasser gefüllten Gefässen mit Hilfe von Sieben, Löffeln oder Pincetten das richtige Verfahren. Man muss die Fänge des Vertikalnetzes sogar wieder verdünnen, um die Organismen gut isoliren zu können, sonst verfilzen sich die verschiedenen Thiere mit einander in unlösbarer Weise. Für Raum und feste Stellung, für viele, nicht zu flache Gefässe sollte gesorgt werden. Bei solchen Fängen und namentlich bei den Planktonfängen bleibt ein Rest von kleineren und kleinsten Formen, der nur mit Hilfe von Sieben vom Seewasser zu trennen ist. Ich bin, veranlasst durch den Wunsch, den Fang an Bord und lebend zur übersichtlichen Untersuchung bringen zu können, zur Erfindung eines Siebes gekommen, das sehr viele Vortheile bietet. Man lernt indess solche Vortheile erst würdigen, wenn man damit praktisch arbeitet und den Vergleich mit anderen Siebeinrichtungen, deren ich viele versucht habe, ziehen kann.

Das Instrument, das ich als Filtrator bezeichnet habe, ist in Tafel IX, Fig. 2—4 abgebildet. Es besteht aus vier Haupttheilen, nämlich einem festen Gestell *A*, einer losen Glasplatte *C*, dem eigentlichen Filtrirapparat *B* und einem Blechtrichter *D*, der genau in den Filtrirapparat passt und der gebraucht wird, um nicht bei Seegang durch Uebergiessen Fang zu verlieren. Das Gestell dient dazu, den Filtrirapparat fest auf die Glasplatte niedergedrückt zu halten. Ein beweglicher, hufeisenförmiger Bügel *d* wird mit Hilfe der beweglichen Stange *b* und der Mutter *c* auf zwei, an den Seiten des Filtrirapparates vorspringende Arme (Fig. 2 d), niedergeschroben. Der Filtrirapparat ist mit Müllergaze bespannt; diese wird oben durch den Ring *g*, seitlich durch die Platte *f* festgespannt, ganz wie bei den Filtrireimern, nur am unteren Rand musste eine besondere Einrichtung getroffen werden, deren Einzelheiten die Fig. 4 zeigt. Es kommt darauf an, den Filtrirapparat möglichst dicht auf die Glasplatte aufzusetzen und zugleich den Wasserabfluss bis zur möglichst vollständigen Entleerung des Apparats zu gestatten. Um erstere Absicht zu erreichen, muss die Müllergaze zwischen dem Rand des Apparats und dem Glas liegen, denn ohne die Glasfläche zu schleifen und zu mattiren, kann man den nackten Metallrand nicht dicht aufsetzen. Die Art, wie das Zeug unter dem Rand durchgeführt wird, giebt bei guter Arbeit einen so niedrigen Metallrand, wie es irgend erreichbar ist, zugleich ist die Befestigung der Gaze in diesem Rand genügend bequem.

Bei dem Einspannen des Zeugs, das für viele hundert Fänge dienen kann, muss der untere, umgeschlagene Rand mehrfach eingeschnitten werden, weil das Zeug nicht ausreichend dehnbar ist, um die Ringfläche zu bekleiden. Das Zeug wird trocken eingespannt, bei der Benetzung zieht es sich ein wenig zusammen. Reines Wasser fliesst selbst bei Zeug Nr. 20 mit grosser Geschwindigkeit ab, aber die Fänge werden langsamer filtrirt; sind sie so reich an Diatomeen, dass eine Schicht von mehreren Millimeter Dicke die Wand des Filtrators bedeckt, so kann das Filtriren $^1/_2$ Stunde dauern, kleinere Fänge sind in wenigen Minuten abfiltrirt. Man kann das Abfliessen recht beschleunigen, wenn man den Fang von den Wänden, etwa mit einem Spatel, abschiebt, ich widerrathe das, weil dabei viele feinste Theile durch die Poren

des Zeugs durchgedrückt werden, also Verluste eintreten. Bei dem Filtrator legt sich der weniger bewegliche Fang an die filtrirenden Wände an, während beweglichere Thiere sich auf die Glasplatte zu flüchten vermögen. Von den Wänden wird der Fang mit einer Spritzflasche abgespritzt, dann nimmt man den Filtrator von der Glasplatte und entleert diese in die Konservirungsgefässe und revidirt, ob in dem Filtrator noch Reste sitzen geblieben sind, die dann noch leicht zur Aufbewahrung gebracht werden können.

Die Glasplatte ist die reinlichste Art, die Fänge zu konzentriren. Auf meinen Fahrten in der Ostsee pflegte ich die ganze Platte unter das Zählmikroskop zu legen, ehe ich den Fang konservirte. Als ich später mit Müllergaze fischte, wurden freilich die Fänge zu massenhaft, um sie auf diese Weise zur übersichtlichen Beobachtung zu bringen. Ich habe verschiedene Versuche gemacht, sei es im Netz selbst, sei es im Filtrator, durch Zeug entsprechender Maschenweite die grösseren Formen von den kleineren zu trennen. Die nachträgliche Untersuchung würde dadurch sehr erleichtert werden, aber diese Versuche sind missglückt. Die übliche Scheidung durch einen Satz von Sieben lässt sich nicht gut für die Planktonformen nachahmen. Handelt es sich darum, einzelner Formen habhaft zu werden, so wird sich dies durch Einrichtung solcher Siebsätze mit Erfolg thun lassen, aber für quantitative Bestimmungen, oder wenn man Alles konserviren und trennen will, was gefangen wird, geht das Verfahren nicht an, schon deshalb nicht, weil man die auf den Sieben liegenden Thiere nicht alle und nicht unverletzt absammeln kann, sondern nur mit einem grossen Aufwand von Wasser abzuspülen vermag. Man kann auf die Glasplatte eine Scheibe von Müllergaze legen, auf diese den ganzen Fang bringen und sie, als Sack zusammengebunden, zur Aufbewahrung bringen. Dies Verfahren wird unter Umständen, z. B. wenn man lediglich grössere Formen aufbewahren will, von Vortheil sein können, ich habe es bisher nicht angewendet. Ich würde den Filtrator bei den Untersuchungen sehr ungern entbehren, aber bei den kleinen Apstein'schen Netzen kann der Filtrireimer zugleich als Filtrator dienen. Der Filtrator kostet 75 Mk.

Konservirung der Fänge.

Es ist ein erheblicher Unterschied, ob nur zu konserviren ist, was gross, was wohlerhalten, was etwas Besonderes ist, oder ob die ganzen Fänge zu konserviren sind. In ersterem Fall wird man individualisiren und besondere Konservirungsweisen auf die sofort isolirten Formen anzuwenden vermögen, vorausgesetzt, dass es an Platz und Arbeitszeit nicht mangelt. Wie dann zu konserviren sein wird, ist eine Frage, auf die ich nicht eingehe, weil wir keine besonderen Studien darüber gemacht haben und nicht über bekannte, namentlich von der zoologischen Station in Neapel erfundene und eingeführte Methoden hinaus gekommen sind. Immer wird man zu Lande besser konserviren als zur See; das Studium auf hoher See wird erfolgreicher auf Aussehen, Farben und Verhalten der lebenden Organismen gerichtet werden können.

Wir haben über die Konservirung der grösseren Fänge etwas experimentirt, indem wir sie in Portionen theilten und getrennt behandelten. Sie kamen dann theils in Alkohol, theils in Pikrinschwefelsäure, oder auch in Ueberosmiumsäure und in Sublimat. Die grösseren, mehr

isolirt konservirten Thiere zeigten die bekannten Vortheile und Nachtheile dieser Erhärtungsweisen, aber für Planktonmassen haben die getrennten Konservirungen besondere Vortheile kaum ergeben, auch mussten die Fänge behufs der Zählungen doch wieder vereint werden. Wir hatten uns auf Erhärtung durch sehr langsame Konzentrirung des Alkohols, der zu den Fängen zugesetzt war, vorbereitet, aber das Verfahren war nicht durchführbar.

Es ist rathsam, die Planktonfänge, nach rechtzeitiger Isolirung der grösseren Thiere, in einheitlicher Weise zu konserviren. Dabei findet sich der Uebelstand, dass durch die Erhärtung charakterisirende Bildungen einzelner Arten von weichen Thieren leiden, dass sie stark verändert und selbst zum Verschwinden gebracht werden können. Weiss man das und findet sich, dass eine andere Konservirung die betreffenden Arten deutlich zu scheiden gestattet, so wird man einen zweiten Fang machen und diesen in der erforderlichen Weise aufbewahren können, aber das ist dann schon doppelte Mühe. Erkennt man den Sachverhalt erst später, so muss man sich begnügen, beide betreffenden Arten ungeschieden zu lassen. Um überhaupt alle Arten (es handelt sich hier immer nur um sehr kleine Formen), zu unterscheiden, wird man schon an Bord untersuchen müssen und wird ausserdem bei Veränderung des Charakters der Fänge überschüssige Züge machen können, um damit Konservirungen verschiedener Art zu versuchen. Alle sich ergebenden Schwierigkeiten werden überhaupt nicht sofort, sondern nur sehr allmählich durch Erfahrungen vieler Expeditionen überwunden werden können.

Ich würde rathen, in der Regel nur durch Alkohol zu konserviren. Will man nicht sofort starken Alkohol zufügen, so kann man mit verdünntem Alkohol im Filtrator aussüssen und die so getödtete Masse in eine etwa 250 cc haltende Flasche, in der sich der etwa 70 procentige Alkohol für die dauernde Aufbewahrung befindet, hineinbringen und darin durch Schütteln vertheilen. Diese Flaschen sind mit einem Kork, über den eine dünne Kautschukmembran gezogen worden ist, zu verkorken, ein Ueberbinden des Korks ist dann nicht erforderlich. Man kann die Fänge auch dauernd in Pikrinschwefelsäure konserviren, wobei sich einige Färbungen noch gut erhalten, aber wenn nachher doch sollte Alkohol zuzusetzen sein, hat die Aufbewahrungsart keinen besonderen Vortheil und den sehr grossen Nachtheil, dass aller Kalk aufgelöst worden ist.

Geschirr für die Konservirung.

Wir hatten nachstehende Vorräthe an Gefässen mitgenommen:

Blechbüchsen.

Höhe cm	Durchmesser cm	Inhalt ccm	Anzahl	Gesammt-Inhalt Liter	Höhe cm	Durchmesser cm	Inhalt ccm	Anzahl	Gesammt-Inhalt Liter	
10	6,5	332	100	33,2	26	14	4002,4	40	160,1	
12,5	7	481	148	71,2	36	15	6220,7	40	248,0	
13	10	1021	208	212,4	46	22	17486	20	349,7	
16,5	8	830	302	250,6	71	15,5	13397	15	201,0	
20	10.5	1731,8	300	519,5			Summe:	1173	2045,7	507 Mk.

Höhe cm	Durchmesser cm	Inhalt ccm	Anzahl	Gesammt-Inhalt Liter	Höhe cm	Durchmesser cm	Inhalt ccm	Anzahl	Gesammt-Inhalt Liter	
Reagenzgläser (Glastuben) mit Korken.										
3	1	2,36	1000	2,4	10	3	70,7	500	35,3	
5	1,5	6,7	1000	6,7	15	2.5	73,6	300	22,1	
6	1	4,7	1000	4,7	20	2	62,8	200	12,6	
6	3	42.4	300	12.7	18	3	127,2	100	12,7	
8	1.5	12,3	700	8,6	20	4	251,3	100	25,1	
8	2	25,1	800	20,1			Summe:	6000	163	236 Mk.
Stöpselgläser.										
—	—	400	70	28	32	14,5	5300	50	264,5	
13,5	9,7	998	70	69.8	—	—	2000	20	40	
22	12.5	2700	50	135			Summe:	310	718.5	
20	15,2	3630	50	181,5						
Präparatgläser mit Kork.										
—	—	150	500	75	—	—	200	500	100	
							Summe:	1000	175	267 Mk.
Flaschen zur Aufbewahrung des Planktons.										
		250	200	50						

Obiges Verzeichniss dürfte für eine Expedition, wie es die unsere war, und selbst für eine viel länger dauernde Expedition ausreichenden Platz nachweisen; zu viel Vorrath mitzunehmen, ist auch nachtheilig. Zu diesen Behältern kamen noch eine grosse Anzahl Gläser, die theils den Vorräthen der betheiligten Institute entnommen, theils in Folge sogenannter Missverständnisse zu viel geliefert waren, ferner noch eine Anzahl von Schalen, Häfen, enghalsigen Flaschen für Reagentien, deren eine grosse Auswahl zur Tödtung und Konservirung mitgenommen waren, sowie Ballons mit destillirtem Wasser.

Für die Blechbüchsen war Loth und Löthapparat beschafft; unser Mechaniker konnte die Büchsen zulöthen. Es wird sich übrigens unter den Maschinisten eines Dampfboots immer Jemand finden, der diese Arbeit zu übernehmen in der Lage ist. Ich möchte aber nicht empfehlen, so viele Büchsen mitzunehmen, weil sie, nicht gebraucht, völlig werthlos werden, während Gläser stets einen gewissen Werth behalten. Nur Büchsen von grossem, mehr als 2 Liter betragendem Inhalt sollte man mitnehmen und diese sollten flach oval sein, um platte Fische verschiedener Grösse darin unterbringen zu können, denn für Rochen und Butt wird man keine Glasgefässe passender Grösse mit an Bord nehmen, weil dafür kein Stöpsel passt.

Von der kleinsten Art Tuben können 3000 mitgenommen werden, damit man bei der Isolirung von Copepoden und Decapoden, deren Fiederung leicht verletzt wird, in keiner Weise zu sparen braucht. Diese kleinen Gläschen werden später am Lande doch in so grosser Zahl gebraucht, dass man sicher die genannte Zahl wird verwenden können. In die Tuben sollte stets etwas Glycerin gebracht werden, um das Austrocknen zu verhindern.

Nach dem aufgezählten Inhalt der Gefässe würde die Mitnahme von 3000 Litern Spiritus

genügen. Wir hatten beträchtlich mehr an Bord, weil wir noch mehr Gefässe hatten und weil man doch vor zufälligen Verlusten geschützt sein muss. Ein Theil des überschüssig mitgenommenen Alkohols wurde später bei der Vertheilung und Auffüllung der Fänge und Gläser verbraucht, für den Rest war mit dem Lieferanten die Zurücknahme vereinbart worden. Es entstanden aber bezüglich der Landung dieses Alkohols Weiterungen mit der Zollbehörde, die indess durch das sehr freundliche Entgegenkommen der höheren Instanz sich befriedigend erledigten. Für neue Expeditionen dürfte es sich empfehlen, schon bei der Abfahrt die Möglichkeit, derartige zollpflichtige Sachen wieder einführen zu können, vorzusehen. Wir hatten einen Theil des Alkohols in Blechbehältern von 20 Litern Inhalt mit engem Ansatzrohr zum Ausgiessen. Diese Einrichtung war sehr bequem.

Im Uebrigen hatten wir ein Inventar an Bord, wie es für die Behandlung der Fänge erforderlich ist, also Messer, Scheeren, Pincetten, Lösch- und Filtrirpapier, Watte, Blasen, Kautschukröhren, Glaspipetten und Mensuren, Trichter und Spritzflaschen, Schwämme, grosse und kleine Siebe und Sätze von Sieben und leichte Giesskannen. Es empfiehlt sich auch, leichte Eimer zum Aufschlagen von Wasser zum Gebrauch für die Zoologen mitzunehmen; man kann sich nicht immer bedienen lassen, weil das Zeit kostet.

Sonstige Ausstattung.

Von der Medicinalverwaltung der kais. Marine war freundlichst ein Medicinschrank geliehen worden, der in Ausstattung und Einrichtung allen bezüglichen Wünschen völlig genügte. Er wurde mehrfach gebraucht; wie denn auf längeren Reisen stets Bedarf an Medicin und Verbandstücken entstehen wird.

Eine Eismaschine für Kälteentwicklung durch Ammoniakverdunstung von der Firma Vaass & Littmann in Halle, zu 3 Kilogramm Leistungsfähigkeit im Preis von 372 Mk., war mitgenommen, theils um Thiere länger am Leben zu erhalten und mit der Kälte zu experimentiren, theils für Krankheitsfälle. Die Maschine arbeitete gut, sobald sie durch einen Wasserstrahl genügend gekühlt wurde, da aber der Schlauch an der Dampfspritze nicht genügend aushielt, wurde die Kühlung unterlassen und die Eisbildung litt etwas Noth.

Es waren zwei photographische Apparate für Momentphotographien an Bord. Wir hatten, wie schon gelegentlich erwähnt, eine Kammer für das Einlegen und Entwickeln der Photographien eingerichtet, die aber zu heiss wurde. Ich kam zu der Ansicht, das man leicht einen dunklen Raum im Schiff für das Einlegen der Platten werde finden und herstellen können, sei es selbst in der eigenen Kabine durch Verhängen der Fenster und der Thür. Die Entwicklung der Platten verschiebt man am besten bis man an Land ist und sollte selbst bei einem Aufenthalt im Hafen nur so weit Platten entwickeln, als man sich der Expositionszeit nicht sicher fühlt oder als man sich überzeugen will, ob die Sätze von Platten noch gut sind.

Einige Bretter zur freien Verfügung über den gewöhnlichen Schiffsvorrath hinaus sollten mitgenommen werden, es findet sich immer die eine oder andere Einrichtung herzustellen, deren Erforderniss sich erst im Lauf der Reise herausstellt. Wir hatten für 45 Mk. Bretter mitgenommen, was genügte.

Ich hatte mir aus zwei grossen, leeren Spiritusfässern eine Boje hergestellt. Sie sollte für den Fall dienen, dass ein Apparat, Grundangel, Reuse, längere Zeit auf dem Boden des Meeres liegen bleiben sollte, doch kam die Boje nicht zur Verwendung. Es ist mir zweifelhaft geworden, ob man überhaupt über oceanischen Tiefen Bojen gebrauchen kann, weil sie durch Strom und Wind sehr stark vertrieben werden. Es kommt nämlich in Betracht, dass die Boje im Verhältniss zu dem am Boden befindlichen Apparat und Seil überaus mächtig genommen werden muss, weil sie, mit den Wellen auf- und abgehend, erheblich mehr als die Last des herabhängenden langen Drahtseils tragen muss. Entsprechend werden Wind und Strom stark auf die Boje wirken. Soll einmal ein Apparat in oceanischer Tiefe ausgelegt werden, so wird nichts übrig bleiben als ein Boot, oder zwei verkuppelte Boote als Boje zu benutzen und diese fortdauernd so gegen Wind und Strom aufzurudern, dass das Seil senkrecht im Wasser stehen bleibt.

Hr. von Bremen in Kiel hatte uns aus Interesse an der Expedition in liebenswürdigster Weise die vollständige Ausrüstung eines seiner Taucher geliehen. Ich dachte damit an den Küsten der Inseln tauchen zu lassen, ich bin aber nicht dazu gekommen. Dagegen that der Apparat mehrfach Dienste bei der Ermittelung der Havarie an dem Propeller des Schiffs, sodass die nothwendigen Massnahmen getroffen werden konnten. Für wissenschaftliche Zwecke wird wohl der Gelehrte selbst den Anzug anziehen und in der Tiefe sammeln müssen, wie ja auch in Neapel geschehen ist.

Die Expedition war mit Angelgeräth mancherlei Art versehen, doch kam es selten in Gebrauch. Hin und wieder in den Häfen, aber wir hatten hier meistens andere Dinge zu besorgen und unter den Leuten waren keine Freunde des Angelns. Nun ich zurückdenke, finde ich, dass viel mehr hätte geangelt werden können, als geschehen ist. In dem klaren Wasser auf hoher See ist indessen vom Dampfboot aus mit Angelgeschirr nicht viel zu machen, mit Blinkangeln dürfte vom Segelschiff aus wohl etwas mehr zu machen sein, aber doch nicht viel, denn es wird von den Schiffen aus nur selten Angelgeräth gebraucht. Wenn genügend Mannschaft an Bord ist, würde ich einen Mann mit Angelgeräth ausstatten und ihn beauftragen, ausdauernd zu angeln, dann würde die Sache wohl einigen Erfolg haben können.

Von dem norwegischen Schmied H. Henriksen in Tönsberg hatten wir ein Harpunengewehr für den gelegentlichen Fang von Delphinen mit zwei zugehörigen Harpunen mitgenommen. Im Ernstfall braucht man viel mehr Harpunen, weil jede, die trifft, gründlich verbogen wird. Die Einrichtung des Gewehrs ist praktisch, doch kam es für Delphine nicht zur Verwendung. Wir hatten drei oder vier Mal Delphinheerden neben dem Schiff, namentlich vor der spanischen Küste und im Guineastrom, auch im Tocantins, aber für die Jagd hätten wir die Fahrt des Schiffs ermässigen müssen, auch wäre wohl viel Zeit zur Beendigung der Jagd erforderlich gewesen. Es drückten mich die bereits besprochenen Unglücksfälle, sodass ich keine rechte Lust zu der Jagd hatte. Mit dem jetzt gebräuchlich gewordenen Harpunengeschütz der Norweger würde man in der Nähe der oceanischen Küsten wohl eine gute wissenschaftliche Ausbeute an Delphinen und zu harpunirenden grösseren Fischen machen können, wenn dies einer Expedition direkt zur besonderen Aufgabe gestellt wird. Die Sache nur nebenher zu betreiben, dürfte sich meistens nicht recht lohnen.

III. Die Arbeit am Lande.

Die glückliche Heimkunft einer Expedition mit ihrem Erwerb ist zwar ein guter Schritt vorwärts, aber was die erforderliche Leistung an Arbeit und Zeit betrifft, ist erst ein kleiner Theil absolvirt und selbst Geld wird noch eine ziemlich grosse Menge gebraucht werden. Man muss daher die Rechnung auf eine recht gute Geldreserve stellen; ich hatte im Voranschlag für die Ausarbeitungen 18 000 Mk. berechnet, behielt aber schliesslich diese Summe nicht mehr übrig und habe mir mit gegen 15 000 Mk. durchgeholfen. Diese Summe wurde für die Abwicklung, für die Vertheilung der Thiere und Pflanzen, vor Allem aber für die Zählungen verbraucht. Jeder Zähler bekam 100 Mk. im Monat, der Vorstand, Hr. Dr. Apstein, der abgesehen von seinen Zählungen noch die Vorbereitung der Fänge und die Versendungen, kurz die Geschäfte besorgte, 150 Mk. Ausserdem betheiligte sich Hr. Dr. Lohmann zunächst unter Verzicht auf die Remuneration freiwillig und aus eigenem Interesse an der Sache, wofür ich ihm hier nochmals zu danken mir erlaube. Etwa ein Jahr lang betheiligte ich selbst mich auch möglichst regelmässig an den Zählungen, um die Dinge alle genügend kennen zu lernen und zu beherrschen, später habe ich dann nicht mehr mitgezählt, da sich zeigte, dass man fortwährend betheiligt sein müsste, um keine Fehler zu machen.

Für das zurückkehrende Schiff sollte Alles, was dann sofort erforderlich ist, vorbereitet und vorbedacht sein. Sobald der Heimathshafen erreicht ist, kann man zunächst nicht mehr auf die Mannschaft rechnen; die sucht an Land zu kommen und ist sicher nicht mehr am Ankunftstage und zum Theil auch nicht am nächsten Tage zum Arbeiten bereit.

Ich hatte darauf gerechnet, die Ausrüstung der Expedition zunächst auf der kaiserlichen Werft deponiren zu dürfen. Dies wurde für nicht angänglich erklärt, es musste daher für die Sachen anderweit Unterkunft gesucht werden, dann musste ich sie bald verauktioniren lassen, soweit sie nicht in unseren Instituten aufbewahrt werden konnten. Bei der Auktion wurden hier nur Schleuderpreise erzielt.

Nach der Heimkehr beginnt zunächst die zoologische und botanische Sichtung der Fänge, eine meist wohl recht grosse Arbeit, die von Fachmännern oder doch wenigstens von Fachstudenten unter Leitung von Fachmännern vorgenommen werden sollte. Ich kann dabei nichts Besonderes rathen und erwähne nur, dass wir dafür fast ein volles Jahr gebraucht haben und dass unsere Hoffnung, ohne ganz gründliches Aussuchen fertig werden zu können, falsch war, denn es zeigte sich nach Vollendung der Vertheilung und Zählung doch wieder die Nothwendigkeit, mehrere Monate zu erneutem und vollständigem Aussuchen des Restes zu verwenden.

Für die Untersuchung des Planktons ergeben sich die nachfolgenden Aufgaben, über die ich schon früher (**9 B**) ausführlich berichtete und denen ich trotz vieler neuer Erfahrungen nur wenige Ergänzungen hinzufügen kann.

A. Die Volumensbestimmungen.

Die Bestimmung von Gemengen fester Substanz auf volumetrischem Wege ist anerkanntermassen ungenau. Ich kenne keinen Fall, wo die wissenschaftliche Bestimmung einer Masse von festen Theilen auf diesem Wege geschähe, und selbst im Handel bürgert sich die Gewichtsbestimmung gegenüber der Bestimmung durch Maassgefässe in steigender Ausdehnung ein. Es darf also nicht erwartet werden, dass man einen Planktonfang durch Volumensbestimmung quantitativ genügend zu charakterisiren vermöchte, aber dieser Sachverhalt macht die Volumensbestimmungen noch nicht ganz verwerflich. Sie geben die Möglichkeit, in bequemer Weise ein erstes Urtheil zu fällen, einen Vergleich mit anderen gleichzeitigen Fängen zu ziehen und eine Entscheidung über die behufs der Zählung vorzunehmenden Theilungen und Verdünnungen zu treffen; indessen gehört dazu eine gewisse Ausbildung der Methodik.

Ein Liter Obst ist ein ziemlich gutes Maass, ein Liter Mehl ist schon ein ziemlich unbestimmter Begriff, ein Liter Vogelfedern kann ohne weiteres kaum als eine bestimmte Masse gelten. Selbst in letzterem Fall kann durch eine bestimmte Feststellung über das Verfahren bei der Messung eine gewisse Annäherung in der Auswerthung der Massen, eine grob bestimmte Einheit gewonnen werden.

Analog sind die Verhältnisse bei der Volumensmessung des Planktons aufzufassen, nur dass die verschiedenen, eben als Beispiel angenommenen Verhältnisse der Agglomeration hier neben und durch einander vorkommen. Viele Arten von Diatomeen verhalten sich wie Vogelfedern; Peridineen und manche Copepoden sind ziemlich gut messbar, andere Formen des Planktons nehmen Zwischenstellungen ein. Man sollte daher glauben, dass mit Volumensbestimmungen hier überhaupt nichts genützt werden könne, indessen das ist doch möglich. In den Fängen überwiegt nämlich in der Regel die eine oder andere Gruppe so sehr, dass alles Andere dagegen zurücktritt, daher sind ähnlich zusammengesetzte Fänge unter sich nach dem Volumen einigermassen vergleichbar, aber nicht vergleichbar mit Fängen verschiedener Zusammensetzung und solchen aus verschiedenen Jahreszeiten oder solchen, die mit verschiedenem Netzzeug gemacht worden sind.

Dabei kommt es dann noch auf die Art an, wie gemessen wird. Ich habe im Anfang meiner Versuche mich recht bemüht, eine günstige Methode ausfindig zu machen, weil es sehr bequem sein würde, wenn man das Volumen des Planktons sicher bestimmen könnte. Es wird in dem vorliegenden Fall mit den festen Körpern stets ein zwischen ihnen liegendes Wasservolumen mit gemessen werden. Das Wasser könnte ausgepresst oder hinausgesogen werden, aber dabei wird die Volumensmessung eher schlechter als besser. Bei gänzlicher Entfernung des Wassers würde Luft zwischen den Organismen bleiben, diese könnte man eliminiren, wenn man im Verfolg der Manipulation eine Volumensbestimmung durch Verdrängung von

Flüssigkeit in graduirtem Rohr machte, aber das Wasser des Fanges ist überhaupt weder gleichmässig noch vollständig zu entfernen. Ich habe das Plankton in einem Rohre mittelst Stempels zusammen- und das Wasser herausgepresst, ich habe es auf ein Filter geworfen oder habe aus dem abgesetzten Plankton möglichst alles Wasser abgesogen und abtropfen lassen. Alle diese Arten des Verfahrens führen nicht zu einem konstanten Volumen, entweder bekommt man das Wasser nur in variablem Grade heraus, oder man zieht es vollständig aus, erhält aber dabei eine eingetrocknete Materie, wenn wenig Plankton aufs Filter geworfen war, oder, wenn viel auf dem Filter lag, trocknet die Oberfläche an und in der Tiefe bleibt noch Wasser. Man kommt also, selbst wenn man komplicirte Verdrängungsmethoden anwenden will, nicht erheblich weiter, oft sogar weniger weit, als mit einfacher direkter Messung.

Ich empfehle, den Fang nach Entfernung der gröberen Theile, etwaiger Fäden und Verunreinigungen, in einen graduirten Cylinder passenden Durchmessers zu bringen, zu überwachen, dass er nicht an den Wänden hängen bleibt, sondern sich glatt absetzt und dann, nachdem er 24 Stunden ruhig gestanden hat, sein Volumen abzulesen. Streng genommen sollte die Höhe des Volumens immer gleich sein, also bei grossem Fang ein weites Messrohr, bei kleinem Fang ein entsprechend engeres gebraucht werden. Die Höhe des Volumens hätte etwa 3 bis 5 cm zu betragen, damit die Zusammendrückung immer gleichen Werth erreicht, indess diese Vorschrift geht zu weit, weil sie unbequem und für grosse Fänge nicht durchführbar ist.

24 Stunden sind eine willkürlich gegriffene Zeit, aber ein längeres Hinausschieben der Bestimmung wird im Verhältniss zu dem erzielbaren Gewinn unbequem. Es werden die Messungen bei längerem Absitzenlassen nicht erheblich besser, ausserdem verhalten sich die Fänge untereinander zu verschieden; bei dem einen ist das endgültige Volumen rasch erreicht, bei dem anderen verdichtet sich der Fang fortwährend noch nach Wochen. Folgende Zahlen können als Beispiel dienen, sie sind Fängen entnommen, die für diesen Versuch im März 1884 gemacht wurden. Jeder Fang war weit von dem anderen entfernt entnommen, ist daher nicht nur nach Volumen, sondern auch nach Zusammensetzung etwas verschieden. Die Menge der Diatomeen war gering.

Volumen	Nr. 1		Nr. 2		Nr. 3		Nr. 4		Nr. 5		Unsicherheit:
	ccm	%	ccm	%	ccm	%	ccm	%	ccm	%	
nach dem Absetzen	2,875	100	4,25	100	3,15	100	3,75	100	5,8	100	
nach 24 Stunden	2,675	93,3	3,825	90	2,7	85,7	3,1	82,7	5,25	90,6	10,5 %
nach 48 Stunden	2,55	88,7	3,70	87	2,65	84,2	3,05	81,4	5,15	88,8	7,3 %

Nach zweitägigem Stehen ist die Ablesung um 3 % besser, als nach eintägigem Stehen. Das will aber nicht viel besagen, weil die Volumensablesungen überhaupt nicht sehr genau sein können und weil die Unsicherheiten, d. h. die Fehler am Mittel der procentischen Verdichtung (10,1 und 12,8), alle Fänge gleich 100 gesetzt, namentlich von der Ablesung nach dem ersten Absetzen herrühren werden.

Die Tabelle des Fangverzeichnisses II in (**9 B**) giebt über die Fehler der Volumensablesungen weiteren Aufschluss. Fänge vom 7. März haben sich nur auf 96,2 oder noch weniger zusammengedrückt, wenn sie mehrere Tage später wieder abgelesen wurden, nachdem die erste Lesung nach eintägigem Stehen vorgenommen worden war. Fänge vom 28. März waren dagegen bis auf 80,5 % zusammengesunken.

Die nachfolgenden Verdichtungen gab das mehrtägige gegen das eintägige Stehen von 12 resp. von 6 Fängen, die Lesung nach 24 Stunden gleich 100 gesetzt. 12 Fänge vom 24. Februar: 95,6, 91, 88,7, 77,9, 85,5, 84, 83,5, 85,5, 83,5, 75,6, 75,2, 68,9. 6 Fänge vom 20. März: 64,7, 72,6, 73, 72,8, ... 66,5, 52,5.

Diese Frühjahrs-Fänge sintern also bei mehrtägigem Stehen sehr viel stärker zusammen, als die von anderer Jahreszeit. Das Wasser änderte auf mehreren Theilen dieser Fahrten sein specifisches Gewicht erheblich, damit veränderte sich auch die Zusammensetzung und die Zusammendrückbarkeit des Planktons. So sieht man recht gut, wie am 24. Februar sich mindestens drei Mal die Beschaffenheit des Fanges verändert hat, nämlich nach den 3 ersten und nach 9 Fängen.

Diese Beispiele zeigen, dass die Volumensbestimmungen mit recht grossen Fehlern behaftet sind. Fänge, die an demselben Ort und zur selben Zeit gemacht worden sind, können nach ihrem Volumen verglichen werden, wenn darin die Peridineen und Copepoden die Hauptmasse bilden, während Fänge mit viel *Chaetoceros* und Rhizosolenien selbst in solchem Fall noch ein wenig scharfes Volumen ergeben werden.

Neuere Versuche des Hrn. Dr. Apstein, die er mir freundlichst zur Verfügung gestellt hat, gestatten noch einen weiteren Einblick in die Materie.

Die erste seiner hier folgenden drei, von mir druckfertig gestalteten Tabellen trifft die Frage der Zuverlässigkeit der Volumensablesungen nach 24stündigem Stehen. 6 vom 23. April 1891 stammende, *Chaetoceros* enthaltende, Fänge wurden täglich vollständig aufgeschüttelt und dann 20 Tage nach einander nach je 24 Stunden abgelesen. Das durchstehende Resultat war, wie die Tabelle zeigt, eine Abnahme von etwa 10 % des Volumens am Ende des Versuches, ausserdem schwanken die Lesungen hin und her.

Ablesung des Volumens in ccm nach Schütteln und 24stündigem Stehen.

Fang Nr.	Nr. des Tages der Beobachtung																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	29	29	29	29,5	28	27,5	28,5	28,5	28	27,5	27,5	27,5	27,5	27	27,5	27,2	27,5	27,5	27	27	
2	41,6	41	42	40,5	39	37,5	40	39	39,5	39,5	39,5	39,5	39	38,5	39,5	39	39,5	39	39,5	39,5	
3	36	35,5	36	35	34,5	32,5	34	33	34	34	34	33,5	34,5	34	34,5	35	34	33,5	34	35	
4	25	24,5	25	23,5	23	22	23,5	23	23	22,5	22,5	22,5	22,5	23	23	22,5	21,5	22	22,5	22	
5	24	23,5	23	21	20	20,5	20,5	20	19,5	20	20	19,5	20	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	20	
6	19,5	19,5	20	19	18,5	18	18,5	18	18	18	17,5	18	17,5	18	18	17,5	18	17	17,5	17,5	
Mittel:	29,2	28,8	29,1	28,1	27,1	26,3	27,5	26,9	27	26,9	26,83	26,75	26,83	26,66	26,92	26,83	26,66	26,42	26,67	26,83	
Die Abnahme eliminirt	26,83	26,55	27	26,1	25,22	24,55	25,88	25,4	25,63	25,65	25,7	25,75	26,06	25,91	26,3	26,33	25.99	26,17	26,54	26,83	
26,83 gleich 100 gerechnet	100	98,95	100,63	96,91	94	91,5	96,46	94,67	95,53	95,6	95,79	95,98	97,13	96,51	98,03	98,14	96,87	97,54	98,92	100	Mittel 96,96.

Die Abnahme des Volumens rührt sehr wahrscheinlich von dem Abbrechen sperriger Fortsätze durch das Schütteln her. Nimmt man an, dass die Abnahme des Volumens proportional der Zeit fortschritt, so kann man die Volumina auf das zufällig etwas zu hohe Endmaass reduciren, indem man Differenz zwischen dem Mittel der Anfangsvolumina = 29,2 und dem Endvolumen = 26,83 also 2,37 successive mit 1, $^{18}/_{19}$. $^{17}/_{19}$ . . . $^{1}/_{19}$ multiplicirt und von links beginnend je von den gefundenen Mittelwerthen subtrahirt. Dies ist in der zweiten Zeile von unten ausgeführt. Die so erhaltenen Zahlen sind schliesslich für 26,83 = 100 in der letzten Zeile umgerechnet. In dieser letzten Zeile hat man dann die Schwankungen der von der Volumensverringerung unabhängig gemachten Lesungen. Das Mittel aller Lesungen ist 96,96, die stärkste Schwankung ist 3,6 %, der mittlere Fehler wird etwa 1,6 % sein. Man könnte mit diesem Ergebniss zufrieden sein, aber weil man keinen Grenzwerth der Verdichtung erreicht, und auch weil der Fang durch das Schütteln zu leiden scheint, kann das Verfahren für genaue Bestimmung nicht genügen.

Wie nachfolgende Tabelle zeigt, ist versucht worden, durch andere Methoden dem Ziel näher zu kommen.

Chaetoceros-Fänge bei verschiedener Behandlung, Volumen auf 100 ccm umgerechnet.

Standort	Tag der Messung												
	0	1	2	3	4	5	6	7	10	15	23	29	
In der Fensterbank .	132	100	99	99	99	99	99	99	99	99	99	73 [1])	[1]) Zuletzt an 3 Tag. gerüttelt.
Mitte des Arbeitssaals	154	100	91,8	83,6	82,2	81,4	79,5	68,8	67,1	60,3	53,4	52,1	
Vor 24 Stund. gerüttelt	160	100	95,1	93	88,9			82,1		80,5 [2])		79 [2])	[2]) Die Zeitdiff. waren 5 u. 8 T

Ceratien-Fänge, ebenso wie obige Fänge behandelt.

Standort	Tag der Messung																	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Ferien	9	10	11	12	13	19	26	
In der Fensterbk.	?	100	100	100	100	100	100	100	100	.	100	100	100	100	100	80,8	60,5	Die beiden letzten
Mitte d. Arbeitssls.	104	100	97,8	97	95,7	91,3	?	90,2	88	.	87	85,9	84,8	83,7	82,6	76	63	Messungen u. Rütt.
Vor 24 St. gerüttelt	130	100	84,1	77,3	72,7	70,5	67,1	66	63,7	—	61,4	60,5	—	—	—	—	57,9	

Es ergiebt sich, dass bei dem vollständig ruhigen Stand im Fensterbrett des Kellers des zoologischen Instituts nach 24 oder doch sicher nach 48 Stunden ein konstantes Volumen erreicht wurde. Erschütterungen, die durch Gehen in einem Raume an einem in dessen Mitte stehendem Tisch erzeugt werden, genügten, um eine erhebliche und kontinuirliche Abnahme des Volumens, die noch nach 26 Tagen nicht beendet ist, hervorzubringen! Wenn der Fang alle 24 Stunden gerüttelt wird, nimmt das Volumen gleichfalls kontinuirlich ab, aber selbst bei Ceratienfängen wird ein definitives Volumen nicht erreicht; die Tabellen geben bezüglich der Ceratien eine unerwartet grosse Verminderung und jedenfalls ein unbefriedigendes Resultat.

Die nachfolgende Tabelle giebt den Versuch, die Konservirungsflüssigkeit aus dem Fang zu entfernen und dann das feuchte Volumen durch Verdrängung zu bestimmen. Dazu wird ein Rohr mit Gaze überbunden, der Fang hineingebracht, sodass die Flüssigkeit ablecken muss, schliesslich durchgeblasen, um alle entfernbare Flüssigkeit auszutreiben und dann sofort das Volumen durch Eintauchen in ein gemessenes Volumen-Alkohol, also durch Verdrängung bestimmt.

Volumensmessungen mit Verdrängung.

Jahr	Januar. In 24 h abgesetzt ccm	Januar. Verdrängung ccm	Januar. Faktor	Februar. In 24 h abgesetzt ccm	Februar. Verdrängung ccm	Februar. Faktor	März. In 24 h abgesetzt ccm	März. Verdrängung ccm	März. Faktor	April. In 24 h abgesetzt ccm	April. Verdrängung ccm	April. Faktor
1889	12,5	2,2	5,69	21	2	10,5	28	1,4	20	250	4,7	53,2
1890	13	1,7	7,65	—	—	—	405	14,8	27,3	—	—	—
1891	—	—	—	19	1	19	128	3,6	35,6	30,7	0,77	40
1892	10,5	1,7	6,18	8	1,3	6,2	6,5	1	6,5	635	7,8	81,4
1893	—	—	—	19,5	3,5	5,6	1660	13,3	125	286	9,5	30,1
Mittel	12	1,9	6,5	17	2,2	10,3	448	6,8	43	300,4	5,7	51,2
	Mai.			**Juni.**			**Juli.**			**August.**		
1889	515	5,2	99	—	—		—	—		9,8	3	3,3
1890	1645	20,2	81,4	11	2,1	5,2	12	3	4	15,5	3,2	4,8
1891	8	1,5	5,3	17	1,2	14,2	43	1,5	28,7	42	2,5	16,8
1892	25	1,5	16,6	4,5	1,2	3,8	14	1,2	11,7	28,5	5	5,7
1893	7	1	7	7	1,3	5,4	9	2,6	3,5	11,5	2,5	4,6
Mittel	440	5,9	41,9	10	1,5	7,2	19,5	2,1	12	21,5	3,2	7
	September.			**Oktober.**			**November.**			**December.**		
1888	9	1,5	6	15,2	3,3	4,6	9,6	1,8	5,3	12,8	2,5	5,1
1889	7	0,9	7,7	8	2,9	2,8	12	4,5	2,7	—	—	
1890	23,5	7	3,4	26,5	11	2,4	13	3,1	4,2	6	2,5	2,4
1891	275	21,8	12,6	38,5	5	7,7	15	2	7,5	11,5	1,9	6,1
1892	19	5,3	3,4	47	20,6	2,3	28,5	10	2,9	8,5	3	2,8
1893	240	11	21,8	—	—		—	—		—	—	
Mittel	95,5	7,9	9,1	27	8,6	4	15,6	4,3	4,5	9,7	2,5	4,1

Die auf diese Weise gewonnene Tabelle ergiebt, wie man sieht, ein recht buntes Bild, je nach Jahr und Jahreszeit. Der Kenner kann aus der Grösse der Verdichtung, die bei der Verdrängung eintritt — bald 4 malige Verdichtung, Oktober bis Januar, bald 50 malige, März bis Juni — schon erkennen, dass im einen Fall *Chaetoceros*, im anderen Peridineen die Pflanzensubstanz des Planktons hauptsächlich gebildet haben: er erkennt auch aus den wechselnden Verhältnissen, wie in den verschiedenen Jahrgängen die Erträge theils zeitlich verschoben, theils absolut verschieden gefunden wurden. Das ist bemerkenswerth, weil es eine neue Quelle von Ungleichheiten in der Vertheilung des Planktons aufdeckt (die Thierwelt wird wuchern, wo viel Nahrungssubstanz entsteht) aber für die Messung des Volumens hat die Verdrängungsmethode nicht erheblichen Werth. Der Fang leidet durch die enge Verpackung bei dem

Abfiltriren der konservirenden Flüssigkeit, die feinen Theile werden sowohl antrocknen, wie auch sich verfilzen. Dies Verfahren halte ich also, wenn man zählen will, für nicht günstig, will man nicht zählen, hat dabei aber doch recht viele quantitative Fänge gemacht, so ergiebt die Messung durch Absetzen und durch Verdrängung eine nicht zu verachtende Einsicht in die quantitative Zusammensetzung der Fänge, eine Einsicht, die durch die ja jedenfalls anzustellende qualitative Analyse noch erheblich erhöht und gestützt werden kann. Sobald man sich entschliesst, vertikal zu ziehen, kann man fast ebenso gut quantitativ, d. h. jedesmal in genau derselben Art ziehen, als qualitativ fangen, d. h. ohne Kontrolle bald so, bald irgendwie anders das Netz ziehen.

Es liegt nahe, das Volumen mit Hilfe eines Zusatzes fremder löslicher Substanz zu bestimmen, aber dabei muss verlangt werden, dass diese Substanz nicht in die Körper des Plankton eindringen könne, das müsste also eine durchaus nicht der Membranosmose unterworfene, somit vollständig kolloide Substanz sein. In einem solchen Falle könnte man mittelst titrirter Lösung A Gramm dem Fang zusetzen und ihn genau auf das Gesammtvolumen M ccm bringen. Man mischt sorgfältig und nimmt nach dem Absetzen N ccm der überstehenden klaren Flüssigkeit ab. In diesen N ccm Flüssigkeit finden sich b Gramm der zugesetzten Substanz. Man bildet die Proportion:

$$b : N = A - b : x,$$

wo x das Flüssigkeitsvolumen bezeichnet, das in dem Gefäss mit Plankton noch zurück geblieben ist. Dann ist $M - N - x = v$, wo v das Volumen des Planktons sein wird. Ich kenne nur eine Substanz, die die erforderlichen Eigenschaften des Zusatzkörpers haben dürfte. das ist das Glykogen. Es diosmosirt so gut wie gar nicht und lässt sich leicht titriren, sobald man es durch längeres Kochen mit Salzsäure in Zucker verwandelt. Es ist fraglich, ob die abgestorbenen Organismen den kolloiden Substanzen ebensowohl den Eintritt verwehren, wie die lebenden. Dies müsste vorher durch Versuche erledigt sein, ehe sich die angegebene Art der Bestimmung des Volumens empfehlen liesse. Leider habe ich die Möglichkeit des angegebenen Verfahrens zu spät erkannt und bin daher nicht dazu gekommen, Proben über dessen praktische Ausführbarkeit anzustellen. Solche Proben dürften die Arbeit eines ganzen Jahres erfordern.

B. Bestimmung nach Gewicht.

Die an und für sich weit genauere Gewichtsanalyse kann zur quantitativen Auswerthung der Fänge meistens noch weniger dienen, als die Volumensbestimmung. Die besondere Schwierigkeit ist hier die, dass es im Allgemeinen unmöglich ist, das Gewicht der feuchten Substanz zu bestimmen. Die Masse ist so voll von kleinen und kleinsten kapillaren Räumen, dass die anhängende Flüssigkeit nur durch Verdunstung entfernt werden kann, aber während sie verdunstet, trocknet auch die Substanz selbst ein. Die mikroskopischen Formen lassen die Binnensubstanz noch in derselben Sekunde, in der man sie aussen abgetrocknet hat eintrocknen, aber auch für grössere Formen, z. B. für die Copepoden gilt dasselbe, denn deren Fortsätze und deren Fiederhaare trocknen in demselben Augenblick ein, in dem man

sie abgetrocknet hat. Ich habe mir seinerzeit mit solchen Objekten grosse Mühe gegeben, aber selbst bei Fischeiern ist die Wägung der feuchten Substanz sehr schwer auszuführen. obgleich dies noch die günstigsten Körper des Planktons sind.

Man wird wenig fehl gehen, wenn man das (genau bestimmte) Volumen mal das specifische Gewicht des Salzwassers als das Gewicht der feuchten Substanz setzt; nur wenn viele kalkschaligen Organismen beigemengt sind, wird die Rechnung nicht ausreichen und es müsste der gefundene Kalk mit der Differenz seines specifischen Gewichts dem Gewicht hinzu gerechnet werden. Vorausgesetzt wird dabei freilich, dass alle Verunreinigungen mit organischer Substanz, also mit Kohlenpartikeln, Fäden, Holztheilen u. s. w. ausgeschlossen werden können.

Die Bestimmung der Trockensubstanz hat mit dem Salzgehalt des Wassers zu kämpfen, denn in soweit dieses nur durch Verdunstung aus den Kapillarräumen des Plankton entfernt werden kann, lässt es seinen Salzgehalt zurück. Wäscht man mit reinem Wasser aus, so wird man viel Salz aus den todten Organismen selbst auswaschen, also einen anderen Fehler verursachen. Gleichzeitig lösen sich dabei ziemlich viel organische Substanzen auf und gehen verloren, namentlich Eiweiss, Farbstoffe und ohne Zweifel auch Extraktivstoffe. Wenn sich das Volumen in der oben angegebenen Weise genau bestimmen liesse, würde man zugleich berechnen können, wieviel Meerwasser in die Analyse eingeht, man brauchte nicht zu waschen und zu filtriren, sondern könnte direkt trocknen, wägen und verbrennen und dann den Antheil des Planktons berechnen. Dafür müsste aber die Volumensbestimmung sehr genau gemacht werden.

So lange das nicht gelingt, muss man sich helfen so gut es geht. Die früher gegebene (S. 92 a) Bestimmung der Trockensubstanz wurde so gemacht, dass die Fänge sogleich mit schwacher Sublimatlösung versetzt und mit solcher ausgewaschen wurden. Das Gewicht des Sublimats kam für die Trockenbestimmung nicht in Betracht, aber es liess sich ein kleiner Verlust an Farbstoff und begleitenden Substanzen doch auch bei dieser Art der Behandlung nicht vermeiden. Andere Arten der Erhärtung und des Auswaschens geben wohl noch grössere Verluste.

Die chemische Analyse bringt es mit sich, dass die verwendete Substanz verloren geht, deshalb ist sie wenig anwendbar. Man wird möglichst die einzelnen Arten oder Familien für sich zu analysiren suchen. Das geht wohl mit Copepoden, Sagitten und Thieren, die noch grösser sind, aber kleinere Formen, wie z. B. die Räderthiere, Tintinnen, Ceratien, *Chaetoceros*, Rhizosolenien u. s. w. lassen sich nicht isoliren. Hier müssen Fänge ausgewählt werden, in denen die gewünschte Form überwiegt, und daraus müssen die anderen Formen möglichst entfernt werden. Man wird immer nur wenig Substanz zur Verfügung haben. muss daher leichte Waagen mit weit gehender Feinheit des Ausschlages verwenden.

C. Analyse durch Zählung.

Die Bestimmung der körperlichen Theile in Flüssigkeiten mit Hilfe von Zählung ist ein, seit den Zählungen von Blutkörperchen durch Vierordt und Welker wissenschaftlich durchaus

anerkanntes Verfahren. Neuerdings wird auch in der Bakteriologie durch die Zählung der Wucherungscentren, die bei dem Ausgiessen einer gemessenen Flüssigkeitsmenge auf geeignetem Nährboden entstehen, ein messendes Verfahren mit bestem Erfolg angewendet. Das ist ja auch speciell auf unserer Expedition durch Herrn Fischer (Bd IV M. g.) bezüglich der Meeresbakterien erfolgreich durchgeführt worden. Es bedarf daher nicht einer generellen Rechtfertigung, wenn empfohlen wird, den Planktongehalt des Meeres durch die Zählungsmethode quantitativ festzustellen. Jeder der ebengenannten Fälle hat indessen sein Besonderes, daher auch seine besondere Methodik, und darauf muss hier eingegangen werden. Zuerst sollen die Apparate beschrieben, demnächst das Verfahren begründet werden.

a. Die Stempelpipetten.

Die Fänge enthalten häufig mehrere Millionen kleiner Formen, also von Diatomeen- und Peridineenarten. Unter keinen Umständen kann davon die Rede sein, diese Millionen direkt zu zählen, denn das ist für den Einzelnen so gut wie unmöglich, ausserdem aber vollständig unnöthig und unnütz. Man verfährt genau so wie bei gewissen chemischen Analysen von Mineralwässern, Mineralien, Organen, Nahrungsmitteln und Aehnlichem, man entnimmt dem genau gemischten Gemenge eine Quote, die analysirt, resp. gezählt und dann auf das Ganze verrechnet wird. Unverständlicher Weise wird hin und wieder geglaubt, das Zählverfahren verlange die Unmöglichkeit einer Zählung von Millionen!

Weil ein erheblicher Antheil des Planktons sich rasch senkt, kann eine gute Durchmischung von Wasser und Plankton nur bei fortwährendem Schütteln erhalten werden, sobald die Bewegung aufhört oder schwach wird, senken sich die schwereren Theile mehr oder weniger vollständig zu Boden und die Gleichmässigkeit der Mischung geht verloren. Man muss also 1. entweder während des Schüttelns einen Theil der Flüssigkeit durch Ausgiessen absondern und dann das Volumen dieses Theils verrechnen und damit eine Zählung machen, oder man muss 2. mitten in der geschüttelten Flüssigkeit die verlangte Quote entnehmen. Mit der erstgenannten Methodik habe ich meine Untersuchungen begonnen, sie ist zwar durchaus brauchbar, aber das zweite Verfahren ist bequemer und wohl auch besser. Bei diesem gestaltet sich das Verfahren so, dass der Fang in einen auf Einguss geaichten 25, 50, 100, 200 cm oder nach Bedarf noch mehr fassenden Messkolben gebracht und von dort in das Schüttelgefäss, Tafel XII, Fig. 1, entleert wird. Behufs vollständiger Entleerung lässt man den Fang sich etwas absetzen, nimmt etwa 20 cm der klaren überstehenden Flüssigkeit in eine Pipette, giesst den Rest in das Schüttelgefäss und spült den Kolben mit dem Inhalt der Pipette aus, sodass alle Körper in das Schüttelgefäss kommen. Weil die Wand des Messgefässes feucht bleibt, entsteht ein kleiner Fehler in der Konzentration, der aber durch Zusatz von 2—3 Tropfen Wasser genügend ausgeglichen wird, wenn man gründlich entleert.

Das Schüttelgefäss *a* wird mit einem Stöpsel verschlossen, in den jedoch ein Loch gebohrt ist, so gross, dass die Stempelpipette glatt durchgeht. Das Gefäss wird mindestens eine Minute lang stark geschüttelt und dann sofort das Glasrohr *b*, das bis dahin so zurückgezogen stand, wie die Figur zeigt, über den Korkcylinder und den Stempel hinüber bis auf den Boden

des Schüttelgefässes hinunter geschoben. Damit ist dann die Mischung in der verlangten Menge zwischen Glas und Höhlung des Stempels eingeschlossen. Man zieht die Pipette aus dem Gefäss heraus, trocknet sie ab (die hierbei verloren gehende Wassermenge ist sehr unbedeutend), und fettet den Rand des Glases ein; dies darf nicht unterlassen werden, weil sonst Verluste unvermeidlich sind. Man entleert dann die Pipette auf die Glasplatte des Zählmikroskops, indem man den Stempel etwas vorschiebt, füllt den entleerten Raum mittelst einer Spritzflasche mit reinem Wasser, spült und entleert wieder, sodass sicher alle körperlichen Theile heraus kommen. Den letzten Tropfen klopft man heraus, indem man über der Glasplatte die Pipette auf einen weichen Körper, etwa auf den Finger der anderen Hand, abklopft.

Die Herstellung der Stempelpipetten ist nicht ganz einfach. Wie Fig. 2 zeigt, besteht der Cylinder aus 4 Korkscheiben *k*, zwischen denen drei Messingscheiben *m* liegen; durch die Schrauben *s* werden die Korkscheiben so breit gedrückt, dass sie im Glasrohr genau schliessen. In die dicke Endplatte *mt* wird der aus Nickel gedrehte »Stempel« eingeschroben, wobei er die Korkplatte *k'* nach Bedarf komprimirt. Das Glasrohr ist in seinem unteren Ende ausgeschliffen, daher kann der Stempel so genau gedreht werden, dass er mit sehr kleinem Spielraum in die Glasröhre hinein passt. Der Stempel wird in seinem mittleren Theil so ausgedreht und schliesslich auspolirt, dass er genau den verlangten Raum umschliesst. Man kalibrirt mit Quecksilber, wobei dafür zu sorgen ist, dass der Raum vom Quecksilber ganz ausgefüllt wird. Es kann erforderlich werden, eine Lederplatte auf den Stempel aufzusetzen, wenn das Quecksilber sich bei dem Herausziehen der Pipette aus dem Napf mit Quecksilber nicht mehr völlig der Glaswand anschmiegt. Ich gebrauche einen Satz von 0,1, 0,2, 0,5, 1 und 2,5 ccm Inhalt. Ich habe nicht gefunden, dass, abgesehen von der Verletzlichkeit dieser Pipetten, an dem Verfahren etwas auszusetzen wäre. Die Stempelpipette wird für 18 Mk. geliefert, doch ist zu prüfen, ob sie genügend geaicht ist [1]).

Das Zählmikroskop.

Tafel X.

Um die Zählungen auszuführen, verwende ich ein besonderes Mikroskop. Man möchte glauben, dass jedes beliebige Mikroskop für diesen Zweck dienstbar gemacht werden könnte, aber für irgend grössere Arbeiten macht es sich doch bezahlt, ein für den Zweck besonders eingerichtetes Mikroskop zu haben. Das Mikroskop soll horizontal aufgestellt werden können, damit die Flüssigkeit auf dem Objekttisch nicht zum Abfliessen nach einer Seite hin neigt; zur Horizontalstellung dienen die Fussschrauben *w*. Für meine eigenen Zählungen stellte ich das ganze Mikroskop noch auf eine viereckige Zinkplatte, die fest auf dem Tisch stehen blieb. Der Objekttisch ist in der Richtung rechtwickliger Koordinaten verschieblich und 135 mm an jeder Seite, hat also 182 qcm Fläche. Der Trieb für die vor- und rückwärts-Bewegung liegt in der Mitte des Objekttisches, Fig. 3 a, die die Bewegung leitenden Schienen liegen bei *b*, *b'* ganz am Rande des Objekttisches, die Bewegung ist daher glatt und recht genau. Die zu-

[1]) Leider ist Nickel nicht genügend homogen, um aus dem Gewichtsverlust des Stempels den gebildeten Raum direkt festzustellen.

gehörigen Schraubenköpfe liegen bei *c* und *c'*. Ich habe je zwei Köpfe angebracht, um nach Bedarf alle erforderlichen Bewegungen mit einer Hand zu machen und um dabei sowohl die rechte wie die linke Hand gebrauchen zu können. Letzteres ist wünschenswerth, wenn Objekte von der Platte aufgenommen oder aufgesogen werden sollen. Da zwei Köpfe nicht Platz neben einander finden, wurde je einer mit Kugelgelenken versehen. Neben der linken Schlittenschiene findet sich bei *d* eine getheilte Leiste, die benutzt wird, um die Stelle zu notiren, an der ein Objekt sich befindet das besonders interessirt und nach vollendeter Zählung wieder aufgesucht, eventuell herausgenommen werden soll. Während des Zählens darf man an solche Objekte nicht rühren, weil dabei Bewegungen in der Flüssigkeit entstehen, die zu Irrungen Anlass geben können.

Für die seitliche Verschiebung dienen die Schraubenköpfe *e* und *e'*. Die Bewegung wird bewirkt durch eine Schraube mit dreifachem Schraubengang. Die Schraube liegt excentrisch zwischen den Schienen *f*, weil bei Lagerung in der Mitte des Tisches die Ausladung zu gross werden würde, denn die Lichtöffnung in der Mitte des Tisches darf nicht durch die Schraube gedeckt werden. Bei *f'* liegt der Objekttisch nur auf einer Leiste, hier findet sich keine eigentliche Schlittenschiene. Der Schraubenkopf *e* ist getheilt und mit Nonius versehen, sodass man nach ihm die Lage eines Objekts notiren und sie später wiederfinden kann. Eine grobe Theilung zur Ergänzung für ganze Umdrehung findet sich auf dem Objekttisch, ist aber nicht mit gezeichnet worden.

An der Triebstange für *c* und *e* sieht man eine besondere Einrichtung, nämlich eine kleine Zunge *g*, die um eine Axe drehbar ist und durch eine Feder nach oben gegen die gerändelte Peripherie der Triebstange gedrückt wird. Diese Zunge, die eine doppelte Schneide hat, zeigt durch ihre Stellung die Richtung an, in der der Schraubenkopf zuletzt gedreht wurde. Daher kann man in der Regel sicher erkennen, in welcher Richtung der Objekttisch geschoben war, was also schon gezählt worden ist, wenn die Zählung unterbrochen wurde und später wieder fortgesetzt werden soll. Nur wenn gerade von einem Spatium des liniirten Glases auf ein anderes übergegangen werden soll, muss man sich eine Regel machen, ob man unterbricht, ehe die Verschiebung geschehen ist, oder ob sie schon vollführt wird, ehe man aufhört zu zählen.

An dem Tubus hängt rechts oder links ein Schraubenkopf aus Hartkautschuk für den groben Trieb. Ein fester und metallener Kopf würde durch die Athmung beschlagen und das kondensirte Wasser würde auf die Glasplatte tropfen, könnte also dort die Lagerung der Theilchen stören.

Auf den rechteckig ausgeschnittenen Objekttisch kommt eine liniirte Glasplatte. Sie wird hier durch eine bewegliche, mit Gummirohr überzogene eiserne Widerlage festgehalten, bei *h*. Auf der linken Seite, Fig. 4 und 5, findet sich die gleiche Widerlage bei *k*, doch sitzt diese an einem beweglichen Arm *l*, der mittelst der Schraube *m* festgesetzt werden muss. Bevor die Platte festgelegt wird, muss sie gegen die Stifte *o* angedrückt werden, damit sie richtig lagert. Diese Glasplatte *n* ruht auf drei Punkten auf, nämlich auf der Schraube *p* und auf zwei Stiften an den distalen Ecken bei *q*. Die Glasplatte muss für gewisse Zwecke senk-

recht gegen die optische Axe der Linse gestellt werden; um das zu bewirken, dient die Einrichtung Fig. 6, der Stift *q*, auf dem die Platte ruht, kann nämlich durch den Schraubenkopf *r* gehoben oder gesenkt werden. Man stellt bei etwa 200facher Vergrösserung die Oberfläche der Platte nahe bei der Schraube *p* ein, darauf verschiebt man den Tisch so, dass man die distale Ecke der Platte unter der Linse hat und stellt hier mit Hilfe der Schraube *r* die Oberfläche richtig ein, dann geht man an die andere Ecke und wiederholt hier das Verfahren. Dabei müssen aber die Klammern *k* gelöst sein, weil sonst die Glasplatte nicht frei aufliegt. Die Platte muss plan sein, ich beziehe sie von der Rathenower Aktiengesellschaft, vormals Emil Busch aus Rathenow bei Berlin, sie kostet etwa 1 Mk. per Stück. Die genau rechtwinklige Lage ist erforderlich, wenn man die Platte auf dem Tisch horizontal stellen will. Sie ist sehr angenehm, wenn mit starker Vergrösserung trocken gezählt wird, weil man dann kaum die Einstellung zu reguliren braucht, sie ist erforderlich, wenn die Platte liniirt werden soll.

Die Linien verlaufen am besten, so wie es die Figuren zeigen, von vorn nach hinten. Man braucht etwa drei Platten, eine so dicht liniirt, dass noch bei 200facher Vergrösserung zwei Linien zugleich in dem Okular gut gesehen werden, eine von mittlerer Entfernung der Linien für 75 bis 100fache Vergrösserung und eine für 25 bis 50fache Vergrösserung; die Abstände der Linien sind dabei etwa 0,2, 1,25 und 2,5 mm. Die Linien müssen so gezogen werden, dass sie bei Verschiebung des Objekttisches von vorn nach hinten oder umgekehrt ihre Stellung im Okular behalten. Dies erreicht man am sichersten, wenn man die Platten in ihrer richtigen Stellung auf dem Objekttisch liniirt. Dazu dient der Fig. 4 gezeichnete Apparat. An dem festgeschraubten Arm *s* sitzt genau unter der Linse der Diamant *t*. Dieser ist befestigt in dem Ring *u*, der Ring ist drehbar in einem zweiten Ring, der mittelst zweier Axenschrauben an dem Arm *s* beweglich befestigt ist und durch eine sehr schwache Feder niedergedrückt, beziehungsweise getragen wird. Die feinere Regulirung des Drucks mit dem der Diamant schreiben soll, erhält man durch die Mikrometerschraube des Mikroskops, die gröbere Einstellung geschieht mit Hilfe des Arms *s*. Durch den Zwirnsfaden *v* wird der Diamant mit Hilfe des groben Triebes von der Glasplatte abgehoben sowie leise aufgesetzt. Bei entsprechender Einstellung des Tubus kann man mit schwacher Linse beobachten, wie der Diamant seine Linie zieht und regulirt den Druck so, dass diese Linie unter Wasser mit dieser Linse gerade völlig deutlich gesehen werden kann. Macht man den Strich stärker, so springt leicht der Rand der Linie nachträglich aus, auf keinen Fall darf man gleich so starken Druck geben, dass der Rand der Linie auszuspringen beginnt. Den verlangten Abstand der Linien erhält man leicht mit Hilfe des getheilten Schraubenkopfs, Fig. 3e. Der Diamant soll immer nur in einer Richtung schreiben, auch darf er nicht in eine alte Linie gerathen, noch auch hart aufgestossen werden, wenn er gut bleiben soll.

Das Zählen.

Für die numerischen Bestimmungen des Inhalts der Fänge sind eine Reihe von Zählungen erforderlich. Von den am zahlreichsten vorkommenden Formen zählt man nur eine kleine Quote des ganzen Fanges, von den weniger reichlichen Formen eine entsprechend grössere

Quote und von den seltenen Formen, insofern sie zugleich von erheblicherer Grösse sind, zählt man womöglich den ganzen Fang durch.

Als Regel kann festgehalten werden, dass mindestens die gezählte Summe der Individuen gleich sein sollte der Quadratwurzel aus der in dem Fang vorhandenen Summe. Fänden sich z. B. in einem Fang 24 Millionen Rhizosolenien, so müssten davon 6000 oder mehr gezählt werden. Bei recht kleinen und dabei seltenen Formen lässt sich obige Regel nicht durchführen, weil dadurch die Untersuchung zu mühevoll werden würde. Wären z. B. nur 6000 Stück einer kleinen Diatomee im ganzen Fang vorhanden, so müssten etwa 78 davon gezählt werden. Sei das Volumen des Fangs auf 200 ccm gebracht worden, so würde man nach dem Ansatz:

$$24\,000\,000 : 200 = \sqrt{24\,000\,000} : x$$

für die Rhizosolenie nur das Volumen von 0,05 ccm durchzuzählen brauchen, dagegen für jene 78 Stück nach dem Ansatz $6000 : 200 = \sqrt{6000} : x$, 2,6 ccm! Ein so grosses Volumen mit starker Vergrösserung zu zählen, wird zu mühevoll und dauert gegen 40 Stunden. Wenn also keine besondere Veranlassung vorliegt, wird man sich mit kleineren Zahlen für die selteneren kleinen Arten begnügen müssen; deren Bestimmung wird infolgedessen recht unsicher sein, aber die Formen haben auch meistens für das Meeresleben nur recht geringe Bedeutung. Verdienen sie eine grössere Beachtung, so muss man ihnen besonders Zeit widmen. Wenn man mit kleinerer Vergrösserung zählen kann, so kann man entsprechend viel grössere Volumina zählen, aber dabei darf das Gesichtsfeld nicht mit den zu zählenden Formen überfüllt sein. In dem Gesichtsfeld sollten nicht unter 5 und nicht über 25 zu zählende Formen sich vorfinden. Bei genügend starker Vergrösserung, die die Einzelheiten der Umrisse gut zu erkennen gestattet, sind die Zählungen recht genau. Ich habe keine bezüglichen Zahlen notirt, aber ich bin bei Wiederholung meiner Zählungen in solchem Fall nur um einzelne Exemplare abgewichen, und bei Nachzählungen der Resultate Anderer sind sowohl Dr. Apstein als auch ich sehr regelmässig auf nahe die bereits gefundenen Zahlen gekommen. Das gilt für die leicht und sicher zählbaren Objekte, bei denen die Unterschiede bis zu 5 Individuen auf viele 100 gehen können, bei schlecht zählbaren Formen werden die Unterschiede zwischen den Zählungen verschiedener Zähler grösser, gewiss über 2 %. Ganz genau werden diese Einzelzählungen ohne wenigstens dreimalige Wiederholung selbstverständlich nie werden können, aber es wäre nicht lohnend und geradezu eine Zeitverschwendung, wenn man hier die äusserste Genauigkeit gewinnen wollte, wo, wie wir gesehen haben, die Fehler bei der Gewinnung des Fangs so sehr viel grösser sind und daher die bei der einzelnen Zählung anzubringende Korrektion nichts bessern kann.

Wenn zu schwache Vergrösserung angewendet wird, liegt die Sache anders, denn hier können sehr bedeutende Fehler gemacht werden. Ich habe mit System III Hartnack in einem Fall auf dem Präparat 132 Stück von *Tintinnus subulatus* gezählt, die Vergrösserung war dabei mehr als ausreichend, vorher hatte ich mit System I nur 60 Individuen auf der Platte gezählt, ich wiederholte dann die Zählung mit System I und konnte doch nur 72 Individuen zählen, trotzdem ich wusste, dass ich zu wenig zählte und mit Sorgfalt und Achtsamkeit die

Zeilen durchmusterte. Der Uebergang zwischen dem Fall, wo man einen Körper genau erkennen kann und wo man ihn nicht mehr erkennt, hat also eine unerwartet grosse Breite. Praktisch vermeidet man die hierin liegende Gefahr leicht, weil die Zählungen bei schwächerer Vergrösserung zu annähernd demselben Resultat führen müssen, wie die Zählungen mit stärkerer Vergrösserung, letztere liegen schon vor, wenn man beginnt mit schwächerer Vergrösserung zu zählen, man kann also sofort erkennen, wenn für eine Art die Vergrösserung zur Zählung nicht mehr genügt. In dem Hauptprotokoll im Anhang leiden die beiden letzten Zählungen von *Phalacroma* wahrscheinlich wegen zu schwacher Vergrösserung Noth.

Für die zahlreichsten unter den kleinsten Formen findet man oft die richtige Verdünnung erst durch einen Versuch. Man soll nach meinen Erfahrungen möglichst nicht weniger als 1000 und nicht mehr als 3000 Stück auf der Platte haben. Hat man weniger, so fördert die Zählung zu wenig, hat man mehr, so dauert sie mehr als 3 bis 4 Stunden, ermüdet und bietet auch nicht die genügende Garantie für eine gute mittlere Mischung; denn wenn man für 6000 Individuen drei Mal schüttelt und eine Probe nimmt, wird das gewonnene Mittel meistens richtiger sein, als die Zahl aus einer einzelnen Probeentnahme mit jenen 6000 Individuen. Es genügt, ein oder zwei der mittleren Zeilen durchzuzählen, um annähernd die Menge der in der Probeentnahme enthaltenen Individuen zu erfahren und danach die erforderliche Verdünnung zu berechnen. Bei etwas grösseren Fängen wird meistens die Verdünnung auf 200 ccm nicht ausreichen, aber man verdünnt nicht den ganzen Fang, sondern nur eine abgemessene Quote desselben auf den erforderlichen Grad. Um die grösseren und daher weniger zahlreichen Formen, namentlich die Copepoden und ihre Larven, zu zählen, genügt hundert oder 75 fache Vergrösserung, die Spatien werden breiter genommen, auch kann der Fang meistens konzentrirter sein. Für seltenere Arten und für die Zählung des Restes kann man mit 25 bis 50 facher Vergrösserung auskommen und wird auch für den Rest, der ganz durchgezählt wird, daher einer jedesmaligen Abmessung nicht bedarf, eine etwas grössere Konzentration vortheilhaft finden. Diese kann durch Abgiessen eines Theils des überstehenden Wassers leicht erzielt werden. Die liniirten Gläser nehmen mindestens 4 ccm auf. Der untersuchte Fang wird nicht fortgegossen, sondern kann wieder vereint und vollständig vom Glase abgespült werden, sodass, abgesehen von den Fällen, wo der Fang eintrocknet, kein Verlust durch das Zählen bewirkt wird.

Vor der Herstellung der Mischung müssen alle, etwa durch Zusammenballung von Schleim entstandenen Klumpen zerzupft oder ganz herausgenommen werden; in letzterem Fall werden diese Klumpen für sich der Zählung unterworfen. Meistens wurden sie dann gefärbt, möglichst schonend etwas vertheilt und darauf zwischen zwei Glimmerplatten in Kanadabalsam gebracht und gezählt. Dies Verfahren kann ich am meisten empfehlen, denn wenn man die Klumpen zerzupft und zu der ganzen Masse zurück giebt, so bilden sich immer wieder Anhäufungen, die das Zählen sehr erschweren und aufhalten.

Die Zählungen werden an den ungedeckten Präparaten ausgeführt. Man könnte freilich ein Deckglas oder eine Glimmerscheibe auflegen, aber diese wird sehr leicht hinderlich, denn man muss hin und wieder ein Objekt umkehren oder fortschieben, auch wohl später

herausnehmen und separat untersuchen; das Alles wird verhindert, sobald man das Präparat zudeckt. Beim Beginn des Zählens macht man sich eine Regel darüber, wie man die Theile rechnen will, die genau durch eine Grenzlinie halbirt werden. Die ersten Zählungen, die die Diatomeen und feineren Radiolarien betreffen, werden trocken ausgeführt, denn dadurch werden diese Objekte sehr viel deutlicher und die anderen Organismen, deren immer nur eine recht kleine Menge in dem so sehr verdünntem Zehntel-Kubikcentimeter sich finden, werden immer noch kenntlich bleiben. Glaubt man eine genügende Menge der kleinsten Formen gezählt zu haben, so beginnt man mit kleinerer, 100 bis 75 maliger, Vergrösserung etwas grössere Mengen, 0,2 oder 0,5 ccm, feucht zu zählen. Dabei kann es namentlich im heissen Sommer wünschenswerth sein, etwas Glycerin zuzusetzen, damit kein Theil des Fanges ganz eintrocknen kann. Zuweilen dauert die Zählung über die vorberechnete und verfügbare Zeit hinaus und man muss abbrechen. Wir haben dann wohl eine flache, behauchte mit geschliffenem Rand versehene Schale auf das Objektglas gesetzt, nachdem der Rand gehörig eingefettet war, und so das Präparat tagelang konservirt, und setzten dann an der Stelle, wo aufgehört wurde zu zählen, die Zählung fort. Nachdem auch von den mittleren Formen eine genügend grosse Zahl gezählt worden ist, geht man auf Zählungen von 1 ccm Substanz mit noch kleinerer Vergrösserung über, und zählt endlich den Rest für die grössten und seltensten Formen ganz aus. Wenn, wie bei dieser Expedition der Fall war, mehrere Untersucher sich an der Zählung betheiligten, so muss es doch einer, hier Herr Dr. Apstein, übernehmen, die Pipetten zu füllen und den Fang zu vertheilen, er auch muss berechnen und bestimmen, wann zu den grösseren Maassen überzugehen ist.

Wenn die Flüssigkeitsschicht auf dem Glase hoch ist, also namentlich bei den Restzählungen, kommt es vor, dass sich Objekte von grosser Masse während der Zählung etwas verschieben und zwar so, dass sie die Schiebung des Objekttisches nicht voll mitmachen. Falls solche Objekte gerade dicht an der Grenze eines Spatiums liegen, könnte es vorkommen, dass man sie zweimal zählte. Man sieht die Verschiebung an der Spur, die die Bewegung der Körper in der feinen Masse, die dicht auf dem Glase liegt, zurücklässt. Die Bewegung sollte lieber vermieden werden, man soll daher die Seitenverschiebung etwas vorsichtig ausführen.

Man kann bei diesen Zählungen nicht so wie bei den Zählungen der Blutkörperchen die Zahlen im Gedächtniss behalten und ohne Notizen zu machen immer weiter zählen. Es handelt sich zuweilen um mehr als 50 Formen, die gleichzeitig gezählt werden sollen, das erfordert ein besonderes Verfahren. Dies besteht darin, dass man etwa 20 Kästen von 7 cm Seite und 5 cm Höhe vor sich aufstellt und mit je zwei Namen derjenigen Formen, die, die eine bei starker, die andere bei schwacher Vergrösserung gezählt werden und häufig vorkommen, versieht, z. B. *Rhizosolenia alata* und *Oikopleura*. In den Kasten wirft man bei jedem Vorkommen der einen Art eine Bohne, kann auch, wenn Besonderheiten, z. B. Sporenbildung, Geschlechtsreife und Aehnliches notirt werden sollen, anstatt der Bohne eine Erbse, einen Zählpfennig oder Derartiges hineinwerfen. Wenn *Oikopleura* häufiger vorkommt, werden Rhizosolenien nicht mehr gezählt; kommt in den kleinen Massen, in denen *Rhizosolenia* gezählt wird, zufällig eine vereinzelte *Oikopleura* vor, so wird sie nur protokollirt. Kommt in dem Präparat eine Form ganz besonders

häufig vor, so ist es bequem, diese Form im Kopf zu zählen und nur die Hunderter durch eine Bohne oder einen Pfennig zu markiren.

Schema des Specialprotokolls.

Planktonfang Nr.: Platte: Name: Volumen: Vergrösserung: tr. f. Datum:

Chaetoceros	Ceratium tripos	Peridinium	Tintinnus	1. Challengeriden	Eiersäcke
	» curvicorne		» Claparedii		
		» divergens		2. Phaeodarien	
					Copepodenlarven
	» lunula				
Bacteriastrum				3. Spumellarien	
		» novum		a) Sphaeroideen	
Rhizosolenia					
	» limulus	Goniodoma			
Synedra		Gonyaulax	Dictyocysta		Copepoden erwachs.
					Oithona
				b) Prunoideen	
Dactyliosolen					
		Pyrophacus		c) Discoideen	Ectinosoma
		Diplopsalis			Setella
	» fusus	Blepharocysta	Globigerinen		
Pyxilla				d) Lareoideen	
		Ornithocercus			Corycaeus
	» furca			Spumellar. unerk.	
Coscinodiscus		Ceratocorys		4. Nasselarien	
				a) Plectellarien	
	» folium	Phalacroma			
				b) Cyrtellarien	
			Siphonophoren		
Gossleria	Amphisolenia				
		Dinophysis			
Asteromphalus	Pyrocystis		Oikopl.		
			Fritill.		
		Eier			Ostracoden
			Pteropoden	5. Acanthometr.	
Halosphaera	Cysten				
Oscillarien					Schizopoden
				6. Koloniebildende:	
			Sagitta		Amphipoden
					Decapoden
			Doliolum		
			Salpen		

In obiges für jedes Präparat gesondert zu führendes Protokollschema werden die spärlich vorkommenden Formen verzeichnet und schliesslich auch die Summen der mittelst der Kästen gezählten Organismen. Es besteht eine gewisse Neigung, relativ zu viel direkt in die Protokolle einzutragen. Das ist nämlich scheinbar bequemer, weil man nicht die Kasten in Ordnung

zu halten braucht, aber es raubt in Wirklichkeit mehr Zeit, auch finde ich, dass man leichter vergisst einen Strich zu machen, als eine Bohne in den Kasten zu werfen; letzteres lässt sich thun, fast ohne aufzusehen. Das Specialprotokoll enthält die Ordnungen und selbst die Arten der am häufigsten vorkommenden Organismen vorgedruckt, sodass man möglichst wenig zu schreiben braucht. Die Nr. des Fanges, der Zählung, der Name des Zählers und das Datum müssen eingeschrieben werden, ferner das Volumen, die Vergrösserung und ob trocken oder feucht gezählt wurde, kurz, diese Protokolle sind die Urdokumente, auf die im Zweifel zurück zu greifen ist und aus denen das grössere Hauptprotokoll gebildet wird. Das unausgefüllte Schema auf S. 151 soll etwa die doppelte Grösse des hier gedruckten Schemas haben, auch könnten mehr Namen vorgedruckt werden. Alle Specialprotokolle eines Fanges werden zusammengeheftet und aufbewahrt. Die Restzählungen werden in ein Specialprotokoll vereinigt.

Das Schema des Hauptprotokolls hat die am Schluss vor der Tafel-Erklärung in Anhang gegebene Form[1]). Die Zählung betrifft einen der kleineren Fänge aus dem Sargasso-Meer, bei dem wir mit 15 Zählungen auskamen und der nur auf 25 ccm Volumen gebracht zu werden brauchte. Die anderen Hauptprotokolle zeigen genau dieselbe Form, nur sind zuweilen 20 und mehr Zählungen gemacht worden, die Anzahl der Organismen ist grösser, ebenso die Verdünnung, oft mussten auch die ersten Zählungen mit besonders starker Verdünnung gemacht werden, was in dem vorliegenden Beispiel nicht nöthig war.

Zeitdauer der Zählungen der Planktonfänge.

Nr.	Zeit in Stunden	Nr.	Zeit in Stunden	Nr.	Zeit in Stunden	Nr.	Zeit in Stunden	Nr.	Zeit in Stunden	Nr.	Zeit in Stunden
4	180	31	80	50	64	68	97	87	39,5	105	71,5
5	160	32	68	51	66	69	70,5	88	54	111	52
10	420	33	118	52	67	70	60	89	44	112	68
12	72	34	98	53	60	71	72	90	37	113	56
13	90	35	81	54	51	72	161	91	39	114	161
16	272	36	97	55	66	73	66	92	41	116	130
17	100	37	63	56	62	74	70	93	28	117	102
18	208	38	73	57	62	75	62	94	184	118	104
19	256	39	52	58	60	76	70,5	95	32	119	92
21	92	40	73	59	62	77	83	96	59	120	119
22	97	41	82	60	46,5	78	183	97	53	121	76
23	90	42	109	61	40	79	61	98	46	122	111
24	68	43	74	62	176	80	104	99	48	123	90.
25	350	45	104	63	101	81	94	100	191	124	107
27	208	46	69	64	112	83	90	101	65	125	73
28	216	47	78	65	93	84	52	102	42	126	92
29	237	48	76	66	59	85	39	103	83	106	10424,5
30	100	49	228	67	113	86	151	104	49	Mittel:	98,3

[1]) Die Bögen sind grösser, auch trägt jede Seite die Spalten zur Angabe jener Daten, die man auf der ersten Seite des Anhangs gedruckt findet.

Die Ueberschriften sind ohne Weiteres verständlich, die Anzahl von Stunden, die für die Untersuchung eines Fanges gebraucht wurde, war im Anfang sehr bedeutend, ermässigte sich aber später, sodass sie im Mittel 98,3 Stunden betragen hat, das Maximum war 420, das Minimum 28 Stunden. Die Zählungsdauer ist nicht für alle Zählungen ermittelt, für die meisten lege ich sie hier vor.

Aus den Rubriken, von links her begonnen, ist zu entnehmen, dass die ersten Präparate zunächst feucht, dann eingetrocknet gezählt wurden, die späteren, voluminöseren Präparate wurden nur feucht gezählt. Die Angaben über die Linsensysteme, mit denen gezählt wurde, folgen den Bezeichnungen von Hartnack und Leitz.

Die Verdünnungen änderten sich in dem vorgelegten Protokoll nicht, bei grösseren Fängen wird aber eine Veränderung der Verdünnung erforderlich. Habe man bei einer Verdünnung von a ccm Flüssigkeit in 0,1 ccm in den mittleren Spatien einer liniirten Platte so viel *Chaetoceros* gezählt, dass sich bei einem Ueberschlag die Menge zu etwa 8000 im Präparat ergiebt, so muss der Fang verdünnt werden. Sollen etwa 2000 *Chaetoceros* auf 0,1 ccm kommen, so wird das erreicht, wenn man jenem Volumen von a ccm etwa 10 ccm entnimmt und diesen 30 ccm Wasser zusetzt. Jetzt wird 0,1 ccm dieser Mischung gleich 0,025 ccm der ursprünglichen Mischung sein. Man trägt dann in die Rubrik »gebrauchtes Maass« 0,1 ccm, aber in die Rubrik »wahres Maass« 0,025 ccm ein und rechnet mit letzterem Maass. Natürlich kann man anstatt 10 ccm des ursprünglichen Volumens auch 5 ccm oder 2,5 ccm entnehmen und diese Maasse entsprechend verdünnen. Viermal 2,5 ccm entnommen geben wahrscheinlich ein etwas genaueres Mittel als zweimal 5 ccm, aber die Verbesserung wird kaum spürbar sein. In der sechsten Rubrik bis zum fetten Strich gezählt, steht die Summe der Flüssigkeitsmenge, die dem Schüttelgefäss unter Rechnung der ursprünglichen Verdünnung $= a$ entnommen wurde. In der siebenten Rubrik findet sich die Zahl, mit welcher die bis dahin gefundene Summe von Individuen zu multipliciren ist, um die Summe aller in dem Schüttelgefäss ursprünglich enthalten gewesenen, betreffenden Individuen zu finden.

Mit den weiter unten stehenden Summirungen hat es folgende Bewandtniss. Aus den Fängen werden vor dem Beginn aller Messungen die grösseren Formen ausgesucht, die am Anfang des Bogens links unten notirt sind, später aber in das Hauptverzeichniss als + N. N. (wo N. N. die Anzahl bedeutet) eingetragen werden, ebenso werden die Schleimmassen gesondert behandelt. Sie werden, wie erwähnt, zwischen zwei Glimmerplatten in Kanadabalsam eingelegt, nachdem sie vorher gefärbt sind, gesondert gezählt und als + **N. N.** in das Hauptverzeichniss eingetragen.

Es wurden behufs besonderer Untersuchung auf Radiolarien, Diatomeen u. s. w. vor Beginn des Zählens einige ccm (in vorliegendem Fall 2 ccm) separirt, daher beträgt die zur Zählung benutzte Masse nicht 25 sondern nur 23 ccm. Das untersuchte Material wird möglichst wieder vereint und aufbewahrt, um im Nothfall noch einmal dienen zu können. Dabei treten theils zufällige Verluste ein, wie bei diesem Fang die Platte 10 verloren ging, theils können die eingetrockneten Substanzen nicht weiter verwendet werden, diese betrugen bei diesem Fang 0,7 ccm, sodass nur ein Rest von 21,8 ccm, wie im Protokoll ausgerechnet ist, zur erneuten Aufbewahrung hat kommen können.

Die bisher besprochenen Eintragungen in das Hauptprotokoll machte der leitende Untersucher Hr. Dr. Apstein.

Wenn Mehrere an der Zählung betheiligt sind, und das wird bei einer grösseren Reihe von Gesammtzählungen unvermeidlich sein, so ist es richtig, dass jeder Zähler über der Rubrik, in die er seine Zählung einträgt, seine Namenschiffer setzt. Dadurch kann man bei der Zählung etwa eingetretene individuelle Verwechselungen und Unsicherheiten erkennen.

Bezüglich der Scheidung in Arten sind wir so weit gegangen, wie es uns nach dem gegenwärtigen Wissen und der für den Zweck verwendbaren Zeit möglich erschien. Schon bei dem Verzeichniss der gezählten Diatomeen sieht man, dass theils eine Reihe provisorischer Namen gebildet werden mussten, theils aber, wo Formen zum ersten Mal auftraten, Zeichnungen angefertigt wurden und dann die Grundlage der Unterscheidung für die Zählung bildeten. Solches Verfahren wird sich zwar nicht leicht vollständig vermeiden lassen, namentlich auch, weil im Augenblick des Zählens noch nicht erkannt werden kann, ob die neue Form schon früher beschrieben und benannt worden ist, aber unsere Expedition ist doch besonders schwer betroffen, weil wir so ausserordentlich viele neue oder ganz unvollkommen beschriebene Formen vor uns haben. Es ist bisher zu wenig und mit zu unvollkommenen Netzen auf dem Ocean gefischt worden, aber unsere Specialisten werden hoffentlich in sehr vielen Richtungen bald gute und glatte Diagnosen zu schaffen vermögen. Von unseren, beim Zählen gebildeten provisorischen Arten werden manche verworfen, andere zerspalten werden müssen, und namentlich letzterer Fall wird in ziemlich ausgedehntem Maasse stattfinden, respektive er hat schon stattgefunden.

Man könnte sagen: was soll das Zählen nützen, wenn die Arten nicht genügend unterschieden werden können? Diese Frage wird sich erst eingehend beantworten lassen, wenn die Resultate der Zählungen vorliegen werden, aber im Allgemeinen muss doch Folgendes gesagt werden. Ganz specielle Zählungen aller Einzelheiten sind sicher wünschenswerth, aber das praktisch Mögliche errichtet dabei doch Grenzen, die respektirt werden müssen. Man könnte nach Zählung aller Arten weiter gehend verlangen, dass verschiedene Altersstufen, verschiedene Geschlechter u. s. w. getrennt gezählt werden sollten, denn aus solchen Zählungen lassen sich ja bestimmte Schlüsse ziehen und würden, sobald andere biologische Beobachtungen, z. B. über Schnelligkeit des Wachsthums, der Entwicklung, der Verdauung hinzukommen, noch weitere Verwerthung finden könnte. Kann man so eingehende Beobachtungen nicht machen, so werden darum weniger eingehende Beobachtungen noch nicht schlecht! Die Bestimmungen des Volumens, bei denen doch alle Arten zusammengeworfen werden, erweisen sich ja schon als lehrreich, denn sie ergeben die grossen Verschiedenheiten der Planktonmassen je nach der Jahreszeit, je nach den Meeresregionen und nach der Tiefe. Sehr summarische Zählungen lehren aber viel mehr als blosse Volumensbestimmungen und ehe man die Betheiligung der einzelnen Arten untersucht, wird man sich über die Betheiligung der Klassen an dem Leben im Meere klar sein wollen. Ueberhaupt ist der Weg unseres Forschens der, dass wir uns der Naturobjekte in ihrer ganzen Komplikation zu bemächtigen bemühen und dann, nach der Art unseres Verstandes, genöthigt sind, die Objekte zu analysiren, um sie zu verstehen und zu

begreifen. Mit Hilfe der gewonnenen Einzelthatsachen bemühen wir uns dann, die Gesammtheit der Erscheinungen wieder aufzubauen, denn der Baumeister versteht, was er gebaut hat! Eine weniger eindringende Analyse kann sehr wohl dazu verhelfen, die Grundzüge der Erscheinung zu erfassen, denn der Baumeister macht auch nicht Alles an dem Bau selbst; eine eingehendere Analyse lässt uns zwar noch weiter in der Erkenntniss fortschreiten, aber bis an das Ende ist noch nie eine wissenschaftliche Analyse geführt worden; es ist also eine mehr praktische Frage, wo die Untersuchung für diesmal abgebrochen werden muss, dass sie erschöpfend sei, kann vernünftiger Weise nicht gefordert werden.

Ich habe nun einige Einzelheiten, die das im Anhang gegebene Zählungsprotokoll enthält, zu besprechen.

Chaetoceros, Rhizosolenien, *Dactyliosolen* und *Bacteriastrum* werden nach halben Zellen, respektive nach Endstücken gezählt, weil diese Diatomeen sehr leicht in zwei Hälften oder gar in Bruchstücke zerfallen.

Die Summe aller *Chaetoceros* mit 370 (also gezählt 740) Stück ist einigermassen genügend für die Bestimmung. Diese erfolgt in folgender Weise. Es sind 0,7 ccm gezählt worden, diese in das verwendete Volumen 25 ccm dividirt, geben die Zahl 35,7, die sowohl in der Rubrik Koefficient (links), als auch unter »Multiplikator« (rechts) eingetragen ist. 35,7 mal 370 giebt (die Multiplikation wird am sichersten mit Crelle's Rechentafeln (**30**) ausgeführt), 13 209 als Anzahl aller *Chaetoceros* in dem Schüttelgefäss. Diese Zahl wird in die Rubrik: Gezählte Masse, eingetragen. Es fehlen noch die Mengen, die in dem Schleimpräparat und in dem »extra herausgesammelten« Material etwa enthalten sind, um den ganzen Fang an *Chaetoceros* zu haben; diese Mengen konnten in dem vorliegenden Fall nicht bestimmt werden, waren aber sicher unbedeutend. Für die Beurtheilung der Zählung ergiebt sich, dass das Mittel für 0,1 ccm 53 Stück ist, während in der Zählung als grösste Abweichungen 38 und 66 Stück vorkommen, was — 28 und + 25 % ausmacht. Trotzdem wird die gezählte Masse ziemlich genau gefunden worden sein, denn wenn die schlechteste Zählung: 38 Stück noch einmal gerechnet wird, so würde die gezählte Summe 408 in 0,8 ccm sein. Der Koefficient würde 32,25, die Multiplikation würde 13 158 Stück ergeben, anstatt obiger 13 209 Stück und die Differenz würde nur 0,4 % ausmachen. Da man nach den vorliegenden Zahlen mindestens 2 gegen 1 wetten kann, dass eine so schlechte Zählung in Wirklichkeit sich nicht ereignen würde, so wird der wirklich gemachte Fehler noch viel kleiner sein. In 1,7 ccm wurden von *Ceratium tripos* in diesem Fang 382 Stück gezählt, also im Mittel 22,5 Stück. Die grösste Abweichung der einzelnen Zählung (28 Stück) war + 12,4 %. Wäre diese Zahl noch wieder bei einer nächsten Zählung gefunden, so hätten wir in 1,8 ccm 410 Ceratien und die Rechnung würde dann 5699 Stück ergeben, während jetzt 5615 angegeben sind, das ist ein Unterschied von 1,5 %. Für alle Copepoden würde man auf diese Weise einen grössten Fehler von 2 %, für alle Tintinnen von 1,8 % finden.

Am genauesten müsste die Zählung ausfallen, wenn der ganze Fang durchzählt wird, aber auch dabei kommen praktisch Irrthümer vor, weil doch ein Mal etwas übersehen wird,

oder auch eine Verwechselung vorkommt. Die Genauigkeit von 1 bis 2 % ist nach der ganzen gegenwärtigen Sachlage vollständig ausreichend, lässt sich aber in vielen Fällen nicht erreichen.

Wenn eine Form nicht aufgefunden worden ist, beweist dies noch nicht unbedingt, dass sie nicht gefangen wurde. Ist sie gross genug, um mit 30facher Vergrösserung sicher gesehen und erkannt zu werden, so wird sie freilich nicht gefangen worden sein, aber kleinere Formen können immerhin bis zu einer gewissen Häufigkeit im Fang vorgekommen sein, ohne gezählt zu sein. Da in dem vorliegenden Fall nur 0,7 ccm mit starker Vergrösserung durchsucht worden sind, so werden im Allgemeinen alle diejenigen kleinsten Formen der Zählung entgangen sein, von denen weniger als 36 Stück in dem Fange vorkamen, doppelt so viele Exemplare würden nur sehr selten unbemerkt geblieben sein.

Wenn bei der partiellen Zählung nur ein Individuum einer Art gefunden wird, so ist zwar sicher, dass die Form vertreten ist, aber die rechnungsmässige Anzahl bleibt noch sehr unsicher. Die wahrscheinlichste Zahl ist zwar immer die des zugehörenden Koefficienten, aber fast ebenso gut können es alle zwischen 1 und dem Koefficienten liegenden Zahlen sein, auch könnte eine noch etwas höhere Stückzahl vorhanden sein. In solchem Fall setzen wir die Zahl oft nicht ein, sondern setzen ein *v* (gesehen) oder bei grossem Koefficienten ein *e* (einige) dafür ein. Es hat nicht selten Interesse, die Zählungsunterschiede zwischen verwandten Arten oder Gattungen kennen zu lernen, in solchem Fall rechnen wir auch die Menge für die Zahl 1 aus, denn diese Menge (die eingeklammert wird) hat zwar nur eine geringe Wahrscheinlichkeit der absoluten Genauigkeit, aber ungefähr wird die gefundene Zahlenangabe doch richtig sein, und das gestattet oft schon die Bildung eines brauchbaren Urtheils.

Im Grunde ähnlich ist der Fall, wenn eine Kette von Individuen einer Art zur Beobachtung kam, z. B. bei *Chaetoceros* Schmallücke und Quadratlücke, wir setzen hier aber die berechnete Zahl ein, weil schon mehr an einer ungefähren Schätzung der Menge liegt.

Wo Ketten oder Eierhaufen in Frage kommen, erscheinen die Zählungen der einzelnen Individuen besonders unsicher, es sind ja im Grunde nicht diese, sondern die Ketten, die einzeln gezählt werden, und diese sind verhältnissmässig selten, ergeben also nicht rasch ein annähernd richtiges Mittel. Es kommen Ketten und einzelne Individuen neben einander vor, wie z. B. bei den koloniebildenden Radiolarien zu ersehen ist, man muss also beide Arten des Vorkommens berücksichtigen. Während in der Regel die Zählungen desto besser werden, jemehr Arten dafür zusammengefasst werden, kommt doch auch der umgekehrte Fall vor. Man sieht dies bei der Zählung der Eier in Säcken. Die häufigen Eisäcke von *Oithona* enthalten etwa 6 Eier, Corycaeiden und *Oncaea* geben Säcke mit 20, 30, selbst 50 Eiern. Zählt man die verschiedenen Arten der Säcke mit ihren Eiern für sich, so kann man zu regelmässiger Zählung kommen, wirft man alle Säcke zu einer Rubrik zusammen, so wird die Zählung sehr unregelmässig. Man muss eben immer beachten, was in dem besonderen Fall richtig ist.

Man sollte glauben, dass es richtig sein müsste, diejenigen Formen, deren Zählung noch nicht recht befriedigend ausgefallen sind, für sich weiter zu zählen, aber das ist nicht gut

ausführbar, entweder muss man alle zugehörigen Formen, Diatomeen, Radiolarien, Tintinnen u. s. w. zählen, oder die bezüglichen Abtheilungen ganz fortlassen; wenn man einzelne seltenere Formen allein zählen will, so zählt man zu wenig, weil man sie zwischen den anderen, nicht zu beachtenden Formen zu leicht übersieht. Stimmen die Zählungen ihrer Mehrzahl nach ausreichend, was ja leicht zu sehen ist, so werden sie unterbrochen, denn es ist kein Grund vorhanden, für alle Arten eine Genauigkeit der Zählung bis auf wenige Procente zu verlangen. Eine so eingehende Analyse musste späteren Zeiten vorbehalten bleiben, falls dann ein Bedürfniss dafür vorliegen sollte.

Es wird vorkommen, dass den einen oder anderen der Zähler eine Form besonders interessirt, oder dass er allein diese Form richtig von anderen Arten unterscheidet. Es wurde z. B. die Radiolarie *Heliosphaera* allein von Apstein gezählt. In solchem Fall wird von den anderen Zählern in dieser Rubrik ein Fragezeichen gemacht und der Koefficient wird nur für das Volumen berechnet, das von Apstein gezählt wurde und wo er eine 0 oder Zahl eingesetzt hat. Natürlich sind die wenige Male angestellter Zählungen noch recht unsicher.

Die über dreihundert Formen, die namentlich gezählt werden, muss der Zähler natürlich kennen und hat ausserdem zu erkennen, wenn einmal eine bisher nicht aufgefundene Form auftaucht. Diese Aufgabe ist nach einigen Uebungen recht wohl lösbar, freilich auch nur, wenn man fortwährend in der Uebung bleibt. Wenn mehrere Zähler zusammen arbeiten, so können sie sich oft gegenseitig helfen, namentlich aber wird der Leiter der Zählung, der officiell Rath zu ertheilen und Entscheidungen über die Benennung zu treffen hat, bald orientirt sein; freilich muss er unbedingt mitzählen, sonst bleibt er aussen vor stehen und wird oft nicht zu rathen vermögen. Wir haben natürlich viele Bücher zu Rathe ziehen müssen, haben aber auch mit gutem Erfolg Photographien von vorhandenen Zeichnungen in verkleinertem Maassstab angefertigt und dicht neben einander gereiht. Auch neu gemachte Zeichnungen und Skizzen sind vielfach verwendet worden. In späteren Fällen werden hoffentlich die verschiedenen Abtheilungen dieser »Ergebnisse« eine grosse Unterstützung für gute und leichte Diagnosen gewähren. In einzelnen Fällen haben sich uns die richtigen Diagnosen erst spät ergeben, so haben wir z. B. in den Tropen unter dem Namen »Stäbchen« gewisse Bildungen gesondert gezählt, die erst zuletzt als Fortsätze von *Sticholonche* erkannt werden konnten.

Es giebt Fälle, wo die Ausrechnung der ganzen Summe durch den Multiplikator unterbleiben muss. Wenn z. B. 5 Kolonien mit 500 Einzelthieren in der ganzen Zählung gefunden wurden und der Koefficient 1,09 beträgt, so darf damit nicht multiplicirt werden, weil dadurch das Verhältniss der Kolonien zu der Anzahl der Einzelthiere gestört werden würde. Durch die Multiplikation ergiebt sich nämlich 5 Kolonien mit 545 Thieren. letzteres ist also dem wirklichen Befunde widersprechend.

Häufig erhält man für die Summe der ganzen Familie eine andere Ziffer, als diejenige ist, die aus der Summirung der Befunde für die einzelnen Arten resultirt. Die Summe der ausgebildeten Copepoden wird zu $698 . 14.7 = 10261$ angegeben. Die direkte Summirung der

einzelnen Arten ergiebt 10460. Dieser Unterschied beruht darauf, dass die erstere Summe aus den Zählungen 1—8 herrührt, während die letztere Summe auch noch die aus der Zählung bis 13 und 14 hervorgehenden Resultate umfasst. Beide Summen müssten durchaus übereinstimmen, wenn die Zählungen genau den Inhalt des Fanges ergeben würden, das thun sie für die Copepoden, wie wir früher gesehen haben nur mit gegen 2 $^0/_0$ Fehler, und daher kommt die obige Differenz. Die zweite Zahl beruht auf etwas eingehenderen Bestimmungen und ist daher wohl die richtigere, aber genau wird auch sie nicht zutreffen.

Auf der letzten Seite des Protokolls finden wir die Summe aller Pteropoden zu 22 Stück angegeben und für *Limacina balea* findet sich genau dieselbe Zahl. Daneben findet sich angegeben, dass von einem langgestreckten Pteropoden, also von einer ganz anderen Art im Rest vier Stück gefunden wurden, folglich sollte die Summe der Pteropoden wohl 26 Stück sein. Weil aber 13 Zählungen für die Zahl 22 sprechen, erscheint diese Zahl berechtigter.

In den Restzählungen findet man zuweilen gewisse Thiere weniger zahlreich, als sie nach der Rechnung hätten sein sollen. So hätten sich im Rest noch 12 Exemplare von *Euchaeta* finden sollen, es wurden aber nur 3 Stück gefunden. Der Befund für die Ostrakoden im Rest stimmt dagegen gut mit der zu berechnenden Zahl überein. Es hat mir den Eindruck gemacht, als wenn lang gestreckte, grössere Thiere, wie z. B. die Sagitten, oder Thiere mit langen Fortsätzen, wie manche Copepoden, z. B. *Euchaeta* und *Acartia* von der Stange des Stempels der Pipette etwas aus der Masse ausgefangen würden, weil sie sich um jene Stange wickeln können. Das trifft zwar nicht für jede Zählung zu, aber es ist mir doch mehrfach aufgefallen. Wenn solche Formen im Rest mitgezählt werden, erwächst durch dieses Ausfangen kein Fehler, man sollte also solche Formen lieber noch im Rest mitzählen, falls sie nicht zu klein sind; für Sagitten und Euchaeten ist das leicht durchzuführen, für *Acartia* kann es geschehen, dass man im Rest viele Exemplare übersieht.

Das Aussuchen der selteneren Formen während der Zählung raubt sehr viel Zeit; es ist vortheilhaft, wenn vor der Zählung bereits möglichst ausgiebig ausgesucht worden ist, aber weil das doch nie gründlich gemacht werden kann, wird für den Zähler, der ungleich gründlicher die Fänge durcharbeitet, immer noch viel zu thun übrig bleiben. Grössere Formen sammelt man am bequemsten mit spitzen, sehr leicht federnden Pincetten aus. Ich hielt dies Verfahren ursprünglich für zu sehr verletzend, aber Hr. Dahl hat mich davon überzeugt, dass es durchaus schonend ausgeführt werden kann und zugleich besonders bequem ist. Die kleinsten Formen werden mit Hilfe eines kapillar ausgezogenen und schräg abgeschliffenen Glasrohrs aufgenommen, indem man, unter schwacher Vergrösserung beobachtend, die Oeffnung des Rohrs gerade über das aufzunehmende Objekt bringt und dann das Rohr rasch auf die Glasplatte senkt. Gelingt der Fang einmal nicht, so sieht man doch, wo das gewünschte Objekt hin treibt und kann den Versuch wiederholen.

Begründung der Zählungsmethode.

Man darf vielleicht die Leser scheiden in solche, die ohne Weiteres zugeben, dass die Zählungsmethode richtig ist, und in solche, die an deren Richtigkeit zweifeln, weil ihre Resultate

immer nur Wahrscheinlichkeiten, keine Sicherheiten geben. Für erstere bedarf es eines Beweises nicht weiter und letztere werden doch erst selbst Erfahrungen machen wollen, indessen ist es doch die Aufgabe, hier die Begründung des Verfahrens zu geben. Es ist unbestreitbar, dass für den einzelnen Fall jeder mögliche Befund gleich gut eintreten kann, dass also z. B. die einzelne Zählung einer einzelnen Art entweder kein Exemplar oder alle Exemplare, die in dem Schüttelgefäss vorhanden sind, ergeben kann. Sind wenig Exemplare der Art im Gefäss, so werden sich diese extremen Fälle leicht einmal ereignen, sind aber Millionen der Art im Gefäss, so wird sich die Möglichkeit kaum je verwirklichen. Ein praktisches Beispiel solchen Falles ist das folgende. Es hat sich (Grunert's Archiv, Bd. 47, S. 457) einmal in Husum, schleswiger Westküste, ereignet, dass bei dem Vertheilen der 52 Karten unter 4 Spieler jeder nur eine Farbe erhielt. Dies ist unter 2230 Quadrillionen möglicher Fälle nur einmal möglich, die Wahrscheinlichkeit ist also ein 2230 Quadrillionenstel, es ist daher kaum glaublich, dass dieser Fall überhaupt wirklich eingetreten sei, aber andererseits muss gesagt werden, dass er jeden Augenblick jedem Spieler passiren könne.

Diesem ausserordentlich weiten Gebiet der Möglichkeiten steht eine äusserst strenge, ja mathematische Gesetzmässigkeit des Zufalls nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit gegenüber, also bei Wiederholungen und Häufungen der Fälle. Diese Gesetzmässigkeit des Zufalls schneidet sehr tief in das geistige und materielle Leben der Menschheit ein. Bezüglich des letzteren ist darauf hinzuweisen, dass die Zahl der richterlichen Beamten, so genau wie die der Pastoren, der Lehrer, der Officiere bestimmbar ist, trotzdem nichts mehr vom Zufall abzuhängen scheint, als ob Jemand in einen Process verwickelt oder ob er bei einem Vergehen oder Verbrechen ertappt wird. Im Grunde ist aber auch die andere Kategorie von Beamten vom Zufall abhängig, insofern durch Zufall dafür gesorgt wird, dass sich die Bevölkerungszahl konstant erhält. Ebenso wird die Zahl der Post- und Zollbeamten, nachdem sie einmal erfahrungsmässig festgestellt worden ist, fortdauernd voll beschäftigt, trotzdem die Arbeit in jedem einzelnen Fall von dem Zusammentreffen einer grossen Anzahl von Zufälligkeiten abhängt. Bei genauerer Prüfung würde sich ergeben, dass wir in einer ausserordentlich ausgedehnten Weise in unserer Existenz an die Gesetzmässigkeit des Zufalls geknüpft sind.

Man hat versucht, diese Gesetzmässigkeit an möglichst einfachen Fällen empirisch zu prüfen und hat gefunden, dass sie schon in verhältnissmässig kurzen Versuchsreihen hervortritt, während die Mathematik, die vollendete Gesetzmässigkeit erheischt, dies nur für fast unendlich grosse Reihen fordert. Bei dem einfachsten Versuch, dem Aufwerfen einer Münze, wird schon nach 100 Würfen die Zahl für Kopf und für Schrift fast gleich, bei mehreren hundert Würfen wird der Unterschied geringer als ein Procent, obgleich er mehrere hundert Mal so gross sein könnte.

Der Zufall wirkt so genau, dass er sogar Fehler nachweisen kann, auf die man ohne ihn nicht aufmerksam werden würde. Der Astronom R. Wolf (**31**, 1. S.) warf mit zwei Würfeln, die absichtlich »ganz gewöhnliche« waren, 100 000 Würfe und erhielt dabei unter Anderem folgende paarigen Würfe:

Paarige Würfe waren:	Anzahl der Würfe: 100	1000	10000	100000	Paarige Würfe waren:	Anzahl der Würfe: 100	1000	10000	100000
1 : 1	2 mal	23 mal	241 mal	2455 mal	5 : 5	1 mal	32 mal	286 mal	2982 mal
2 : 2	0 »	34 »	330 »	3253 »	6 : 6	2 »	22 »	269 »	2668 »
3 : 3	1 »	20 »	231 »	2179 »	Summe:	12 mal	164 mal	1649 mal	16467 mal
4 : 4	6 »	33 »	292 »	2930 »					

Da unter den 36 möglichen Würfen 6 paarige sind, so ist die mathematische Wahrscheinlichkeit eines paarigen Wurfs = $^1/_6$ oder 0,16 667. Die Tabelle ergiebt für 100 Würfe nur 0,12, für 1000 Würfe schon 0,164, für 10 000 schon 0,1649, aber für noch mehr Würfe wird die Zahl aus gleich zu besprechendem Grunde wieder schlechter. Die Wahrscheinlichkeit des einzelnen paarigen Wurfs ist $^1/_{36}$ = 0,027 778, in hundert Würfen kann also jeder paarige Wurf nicht ganz 3 mal geworfen werden, wenn volle Gesetzmässigkeit herrschen sollte. Wir sehen, dass zwei Würfe zweimal, zwei einmal und zwei ganz abweichend geworfen worden sind. Bei 1000 Würfen schwanken die Zahlen zwischen 20 und 34, aber es zeigt sich, dass diese Verschiedenheiten auf Fehlern der Würfel beruhen, denn die beiden folgenden Kolumnen zeigen deutlich, dass diese Unterschiede bestehen bleiben und daher die erforderte Zahl nicht erhalten wird, sondern nur ein Minimum von 0,02179 und ein Maximum von 0,03253. Man sieht leicht, dass die 2, die 4 und die 5 in bevorzugter Weise oben bleiben, bei den letzten Würfen muss dann noch, durch mir unbekannte Umstände, eine Verschlechterung der Würfel zu Gunsten der 5, zu Ungunsten der 3 eingetreten sein, wie die volle Tabelle der Würfe, die hier nicht mitgetheilt wird, zu bestätigen scheint. Für schlechte Würfel kann natürlich das für vollkommene Würfel berechnete Gesetz nur annähernd gelten.

Die Lotterieziehungen von 1788 bis 1793 in Frankreich haben 3140 Nummern aus 628 Ziehungen ergeben (**31**, 1. S.). Da je 5 Nummern gezogen wurden, war die Wahrscheinlichkeit des Herauskommens für die einzelnen Zahlen nicht ganz gleich, für die erste $^1/_{90}$, für die letzte $^1/_{86}$, aber diesen kleinen Unterschied, der übrigens ähnlich bei unseren Entnahmen aus dem Schüttelgefäss eintritt, kann man vernachlässigen und die Nummern betrachten, als seien sie unter gleicher Chance gezogen. Die Ziehungsliste, die hier nicht gegeben werden kann, ergiebt die nachfolgende Häufigkeit der Ziehung der verschiedenen Nummern, die alle bei genügend häufigen Ziehungen schliesslich ganz nahe gleich oft würden gezogen worden sein.

Häufigkeit d. Herauskommens, Male:	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	**35**	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	= 30
Unter 90 Zahlen wurden so oft gezogen:	1	0	0	2	1	2	1	3	7	3	5	4	5	5	1	**8**	5	6	5	6	3	2	7	0	2	1	0	0	3	1	1	= 90

Es hätten alle Zahlen 34,88 mal herauskommen sollen, das trifft aber nur für 8 Zahlen zu und im übrigen erscheinen die Häufigkeiten der Ziehung noch ziemlich unregelmässig. Dabei ist indessen zu bedenken, dass jede der 90 Zahlen möglicher Weise hätte 0 mal oder auch 628 mal gezogen werden können, während doch keine weniger als 20 und mehr als 50 mal gezogen wurde. Nehmen wir vergleichsweise an, wir hätten in einem Schüttelgefäss 90 Arten,

unter sich so gleich und so verschieden, wie die Nummern des Lottos, das Volumen der Masse sei 200 ccm und darin seien 3140 Stück von jeder Nummer enthalten. Um mit der Ziehung verglichen werden zu können, müssten 2,22 ccm dem Schüttelgefäss entnommen werden, denn dann wären im Mittel gerade 34,88 von jeder Nummer dem Gefäss entnommen. Der Koefficient wäre dann gerade 90. Nach der von mir gegebenen Vorschrift sollte er bei solchen Zählungen aber die Quadratwurzel aus der ganzen Summe der einzelnen Art sein, das wäre in diesem Fall = 56. Die Anzahl der französischen Ziehungen ist dementsprechend noch zu klein gewesen, das Resultat würde unzweifelhaft viel besser ausfallen, wenn die Entnahme von Nummern aus der Urne so weit getrieben worden wäre, dass der Koefficient anstatt 90 hätte 56 sein können. Jetzt findet sich die grösste Abweichung der zu berechnenden von der wirklichen Summe zu 43 %, bei weitem die meisten Zahlen weichen freilich weniger als 30 % von der wahren Summe ab.

Eine so gute Mischung, wie in der Lottotrommel, kann für das Mischgefäss des Planktonfangs vielleicht nicht erwartet werden. Der Anhang II giebt das Resultat von gleichsam 195 Ziehungen verschiedener Ceratien in den ersten Planktonfängen. Ich habe die Originalzahlen von vier Fängen von den drei hauptsächlichen Geschlechtern dieser Pflanzen in je den oberen Reihen wiedergegeben, in der Reihe unter jeder einzelnen dieser Zählungen findet sich berechnet, wieviel danach der Inhalt von $^1/_{1000}$ des Gefässes betragen hätte, vorausgesetzt, dass der wahre Inhalt des Gefässes sich durch die Zählungen richtig ergeben habe. Diese Voraussetzung trifft nicht völlig zu, weil, wie wir früher sahen, noch ein Fehler von höchstens 2 % vorhanden sein könnte, aber ungefähr wird die gefundene Zahl richtig sein. In der Zeile darunter findet sich angegeben, um wieviel auf 100 umgerechnet der gefundene Werth von dem wirklichen Werth abweicht, also wie gross der Fehler jeder Zählung, in Procenten ausgedrückt, gewesen ist. (Von der ersten Zählung in Nr. 5 wird wohl abzusehen sein, hier ist offenbar das Maass 0,024 und nicht 0,012 gewesen. Es konnte aber seiner Zeit nicht festgestellt werden, dass die Verwechselung wirklich geschehen sei, daher musste die Eintragung bleiben.)

Es sind 66 Entnahmen mit 195 Zählungen registrirt. Auf keine dieser Entnahmen von je 3 Formen treffen drei Minima, dagegen finden sich in 4 Entnahmen je zwei Minima zugleich, das deutet darauf hin, dass bei diesen Entnahmen möglicherweise das Maass nicht ganz voll gewesen ist oder, was eher vorkommen kann, ein grösserer Schleimklumpen in das Messgefäss gerathen war und dadurch das Flüssigkeitsvolumen sich verkleinert hatte.

Die grössten Procente der Abweichung sind: 19, 22, 30, 31, 37, 46, 50, 53, 59, 60, 63, 76.

Gegen die grösste Abweichung bei der Lotterie ist die Abweichung von 76 % zwar gross, aber sie trifft gerade in die schwierigste Zählung hinein und beruht auf der sehr geringen Anzahl von 7 Individuen. 1 oder 2 Exemplare mehr hätten schon ein sehr viel besseres Resultat ergeben; im Ganzen sind die Resultate trotz der geringen Stückzahl in vielen Einzelzählungen noch recht gute.

Die grössten und kleinsten Werthe sind fett gedruckt. Von diesen 24 Werthen finden sich 17 bei Zählungen mit kleinstem Maass, 7 bei Entnahme von grösseren Quoten. In letzteren

Fällen sind die Abweichungsprocente ziemlich klein. Wir haben bereits gesehen, dass die einzelnen ziemlich stark abweichenden Werthe in ihrer Summirung und Verrechnung doch ausreichend genaue Feststellung der ganzen Inhaltsmasse des Schüttelgefässes ergeben.

Die Sicherheit der Feststellungen, die aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung für derartige Zählungen zu entnehmen ist, hat Hr. Abbe anknüpfend an die Blutkörperchen-Zählung vortrefflich gegeben. Ich citire hier seine bezügliche Darlegung (**32**, S. CI) der ich nur einige Erläuterungen hinzuzufügen habe.

Es ist, sagt Abbe, ohne Zweifel von Interesse, ein Urtheil darüber zu gewinnen, welche Fehler die Zählmethode an sich, d. h. abgesehen von Fehlern im Apparate und blossen Irrthümern beim Zählen gewärtigen lässt; zu untersuchen, in welchem Spielraum die zufälligen Unregelmässigkeiten der Vertheilung Abweichungen der gefundenen Mittelwerthe hervorbringen können und endlich die Bedingungen für möglichste Einschränkung solcher Abweichungen anzugeben.

Die mathematische Theorie der Wahrscheinlichkeiten gestattet, den auf diese Punkte gerichteten Fragen eine präcise Fassung zu geben und sie darauf hin auch bestimmt zu beantworten. Diese Theorie lehrt, dass in jedem derartigen Falle, wo eine Grösse irgend welcher Art in Folge zufälliger Unregelmässigkeiten um irgend einen gewissen Mittelwerth schwanken kann, die individuellen Abweichungen von diesem Mittelwerth innerhalb einer grossen Reihe von Einzelfällen nach einem ganz bestimmten Gesetz der relativen Häufigkeit auftreten müssen; und sie bestimmt die relative Häufigkeit einer Abweichung von bestimmter Grösse in allgemeingiltiger Weise durch das Verhältniss dieser Grösse zur sogenannten »wahrscheinlichen« Abweichung[1]); worunter diejenige Abweichung verstanden wird, deren Betrag, bei vielfältiger Wiederholung der betreffenden Beobachtung, in der Hälfte aller Fälle nicht erreicht, in der andern Hälfte aber überschritten wird. In Hinsicht auf den vorliegenden Gegenstand ist daher die Frage dahin zu stellen: wie gross ist beim Abzählen eines bestimmten Volumens der Mischung der wahrscheinliche Fehler, in der eben definirten Bedeutung, und von welchen Umständen hängt dessen Grösse ab?

Da die Beantwortung dieser Fragen nicht nur für die in Rede stehende specielle Aufgabe, sondern für alle Untersuchungen, welche unter ähnlichen Umständen auf die Feststellung von Mittelwerthen ausgehen, eine gewisse praktische Bedeutung hat, insofern damit eine Richtschnur für die zutreffende Beurtheilung der Resultate an die Hand gegeben wird, so mag das Ergebniss der mathematischen Erörterung hier gleichfalls noch Platz finden.

Es sei n der Mittelwerth, der einer, zufälligen Schwankungen ausgesetzten Ziffer, auf ein bestimmtes Gebiet bezogen, zukommt (z. B. die Zahl der Blutkörperchen, welche bei völlig gleichförmiger Vertheilung auf ein gewisses Volumen kommen würden); k hingegen seien die Zahlen, die bei den einzelnen Zählversuchen, in Folge zufälliger Abweichungen statt n auf-

[1]) Da von Fehlern bei Messung und Zählung abgesehen wird, hat der Ausdruck »Abweichung« und »Fehler« hier gleiche Bedeutung.

treten[1]). Alsdann ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer **bestimmten** Zahl k, statt des Mittelwerthes n, d, h die relative Häufigkeit, in welcher diese Ziffer k bei sehr vielfältiger Wiederholung des Zählversuches sich finden wird, durch die Regel bestimmt

$$W_k = e^{-n} \frac{n^k}{1 \,.\, 2 \,.\, 3 \ldots\ldots k}$$

worin e, wie üblich, die Grundzahl der natürlichen Logarithmen (2,7182 ...) bezeichnet. Die relative Häufigkeit der verschiedenen von n abweichenden Zahlen ist demnach gegeben durch einzelne Glieder der Potenzreihe, welche den Werth von e^n darstellt, ausgedrückt als Bruchtheile ihres Gesammtwerthes; und diese Regel findet in gleicher Weise Anwendung, mag es sich um die zufällige räumliche Vertheilung zählbarer Objekte handeln, wie in dem zunächst vorliegenden Fall oder um deren Vertheilung in der Zeit, oder um eine Vertheilung unter anderen, gleichfalls zählbaren Objekten[2]), wie bei den statistischen Aufzählungen der verschiedensten Arten. Ihre Giltigkeit ist nur an die Voraussetzung geknüpft, dass die Zahl n klein sei im Verhältniss zur **Quadratwurzel** aus derjenigen Zahl, welche den grössten **möglichen** Inhalt des betreffenden Zählgebietes angiebt, dass also, falls es sich um räumlich vertheilte Objekte handelt, der in Betracht kommende mittlere Inhalt eines Volumens nur ein geringer Bruchtheil sei von der Quadratwurzel aus der Anzahl, welche dieses Volumen vollständig erfüllen würde.

Da diese Bedingung bei der Beobachtung an stark verdünntem Blute jedenfalls genügend erfüllt ist[3]), so könnte man ohne Weiteres nach obiger Formel berechnen, in welchem Spielraum beim Abzählen der Blutkügelchen in einem bestimmten Volumen die Resultate der einzelnen Zählungen schwanken werden, indem man die annähernd jedenfalls bekannte Mittelzahl für das betreffende Volumen für n zu Grunde legte. Sofern es sich aber, wie in diesem Falle, um einigermassen beträchtliche Ziffern handelt, lässt obige Regel eine grosse Vereinfachung des mathematischen Ausdrucks zu, welche zugleich eine allgemeinere Uebersicht über die vom Zufall abhängigen Schwankungen ermöglicht, indem sie direkt auf die Bestimmung der »wahrscheinlichen« Abweichung hinleitet. Nimmt man nämlich an, dass n eine grosse Zahl sei — grösser als 30 gäbe schon genügende Annäherung — und führt die von n verschiedene Zahl k in der Form

$$k = n + \triangle$$

[1]) Im Anhang II wären also die **Mittelwerthe** »*n*« die Zahlen: 333, 233, 97, 51,4, 120, 47 u. s. w.

[2]) Dies wäre also der Fall der Planktonzählungen.

[3]) Man kann rechnen, dass das Volumen der Blutkörperchen $1/3$ des Blutes ausmacht. Enthält also 1 Kubikmillimeter Blut 5 Millionen Blutkörperchen, so wird er von 15 Millionen gefüllt werden. 0,001 Kubikmm wird daher von 15000 Körperchen gefüllt. $\sqrt[2]{15000}$ ist 122,5; bei der Zählung kommen auf 0,001 Kubikmm 50 Körperchen, das ist wohl nicht eigentlich als »ein geringer Bruchtheil« von 123 zu bezeichnen, aber empirisch genügt die Verdünnung. Es ist in der That recht unbequem, die theoretisch geforderte Verdünnung zu benutzen. Nach Verdrängungsbestimmungen können **höchstens** 30 Millionen *Ceratium tripos* auf den Kubikcentimeter gerechnet werden, also 2 Millionen für 0,1 ccm. $\sqrt{2000000}$ ist 1413, wenn im Mittel 333 Ceratien gezählt werden, so ist auch dies kaum als ein geringer Bruchtheil zu bezeichnen, aber praktisch wird, wie auch Abbe betont hat und wie von ihm (vgl. S. 168) nachgewiesen wird, ihre Verdünnung schon genügen.

ein, indem man $\triangle$ die im einzelnen Falle eintretende positive oder negative Abweichung der beobachteten Werthe vom Mittelwerth bedeuten lässt, so ergiebt sich für die Wahrscheinlichkeit oder relative Häufigkeit einer bestimmten Abweichung $\triangle$ die Näherungs-Formel:

$$W_{\triangle} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2n}} \cdot e^{-\frac{\triangle^2}{2n}}$$

welcher Ausdruck der Form $W_{\triangle} = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-h^2 \triangle^2}$ entspricht, wenn $\frac{1}{\sqrt{2n}} = h$ gesetzt wird.

Bei einer Vertheilung der Abweichungen nach d i e s e m in der Theorie der Beobachtungsfehler vielfach behandelten Gesetz kann der Betrag des »wahrscheinlichen« Fehlers direkt aus dem Werthe der Konstanten h abgeleitet werden. Diejenige Abweichung w, welche unter sehr vielen Wiederholungen ebenso oft überschritten als nicht erreicht wird, ist nämlich:

$$w = \frac{0{,}4769\ldots}{h}$$

also hier

$$w = 0{,}4769\sqrt{2n} = 0{,}674\sqrt{n}$$

oder, wenn diese »wahrscheinliche« Abweichung als Bruchtheil des vorausgesetzten Mittelwerthes ausgedrückt und der so bestimmte Betrag der wahrscheinlichen r e l a t i v e n Abweichung mit ω bezeichnet wird:

$$\omega = \frac{0{,}674}{\sqrt{n}}$$

Hiermit ist nun die Frage nach der Wahrscheinlichkeit, oder relativen Häufigkeit, einer b e l i e b i g grossen Abweichung nach allgemeingiltigen Normen zu beantworten, weil diese Wahrscheinlichkeit vollkommen bestimmt ist durch das Verhältniss der betreffenden Abweichung zum Betrage der eben festgestellten wahrscheinlichen Abweichung — in der Art, wie folgende kleine Zusammenstellung übersichtlich macht.

Bei einer grossen Zahl von Einzelbeobachtungen kommt — wenn ω den wahrscheinlichen Fehler der betreffenden Beobachtungsweise bezeichnet:

ein	Fehler	kleiner	als	$^1/_4\,\omega$	einmal	vor	unter	je	7	Fällen
»	»	»	»	$^1/_2\,\omega$	»	»	»	»	4	»
»	»	»	»	ω	»	»	»	»	2	»
»	»	grösser	»	ω	»	»	»	»	2	»
»	»	»	»	$2\,\omega$	»	»	»	»	5—6	»
»	»	»	»	$3\,\omega$	»	»	»	»	23	»
»	»	»	»	$4\,\omega$	»	»	»	»	160	»
»	»	»	»	$5\,\omega$	»	»	»	»	1385	»
»	»	»	»	$6\,\omega$	»	»	»	»	20 000	»

wonach denn ohne Weiteres zu ermessen ist, welches Zutrauen das Resultat einer Einzelbeobachtung verdient, d. h. welche Annäherung an den richtigen Mittelwerth es mit einiger Sicher-

heit erwarten lässt, wenn man für die betreffende Beobachtungsart den Betrag des ω nach obiger Formel berechnet hat.

Beim Zählen der Blutkügelchen würde, unter Voraussetzung der Verhältnisse, die der zuvor beschriebene Apparat einführt, 0,01 ccm der beobachteten Mischung im Mittel ungefähr 50 Blutkörperchen enthalten. Beschränkt man nun das Abzählen auf ein einziges Tausendstel, so wäre $n = 50$ zu setzen. Für den wahrscheinlichen relativen Fehler bei einer solchen Zählung erhält man also annähernd 0,1 oder 10 % der zu ermittelnden Grösse [1]). Bei häufiger Wiederholung der Beobachtung wird man also in der Hälfte aller Fälle Abweichungen von mehr als 10 % erhalten, unter 5—6 Fällen einmal über 20 % und mehr, unter 23 Fällen einmal über 30 % etc. gewärtigen müssen, während eine Annäherung an den richtigen Mittelwerth bis auf 5 % nur unter 4 Fällen, bis auf 2,5 % nur unter 7 Fällen einmal vorkommen wird. Das Resultat einer einzelnen Zählung behält also unter diesen Umständen eine grosse Unsicherheit.

Nach Anleitung der obigen Formel für ω nimmt nun der wahrscheinliche Fehler, in Procenten des Mittelwerthes ausgedrückt — und damit entsprechend die Wahrscheinlichkeit grösserer Abweichungen — in demselben Verhältniss ab, in welchem die Quadratwurzel aus der dem abgezählten Volumen zukommenden Mittelzahl grösser wird. Man wird also ω auf pp. 5 % bringen, wenn man n auf 200 steigert [2]), d. h. wenn man die Zählung ausdehnt auf das Volumen von 4 Tausendstel ccmm, und man würde damit wenigstens erreichen, dass ein Fehler von 10 % nur die Wahrscheinlichkeit $^1/_5$ behielte. — Auf 2 % wird ω herunter gehen, wenn die Zählung bis zur Ziffer 1250 erstreckt wird [3]); alsdann erhält ein Fehler von 4 % die Wahrscheinlichkeit $^1/_5$, ein Fehler von 6 % die schon ziemlich geringe Wahrscheinlichkeit $^1/_{23}$, 10 % aber würde unter etc. 1400 Fällen einmal zu gewärtigen, praktisch also so gut wie ganz ausgeschlossen sein.

Die Einschränkung des wahrscheinlichen Fehlers auf 1 % endlich würde sicher gestellt erscheinen, wenn man die Zählung auf eine Gesammtziffer von etc. 5000 ausdehnen wollte, welche Zahl unter den hier vorausgesetzten besonderen Verhältnissen des Zählapparates gerade den Inhalt des ganzen Quadratfeldes entsprechen würde. Unter dieser Annahme dürfte man den abzuleitenden Mittelwerth als auf 2—3 % zuverlässig hinstellen, weil schon ein Fehler von 4 % nur unter 160 Fällen einmal, also nur durch das Spiel eines ganz exceptionellen Zufalls zu gewärtigen wäre.

Diese Nachweise werden geeignet sein, eine sichere Richtschnur für die rationelle Anwendung der Zählmethode bei verschiedenartigen wissenschaftlichen Untersuchungen und Anhaltepunkte für die sachgemässe Kritik der erhaltenen Resultate an die Hand zu geben.

---

[1]) $\sqrt{50}$ ist nämlich 7,07. $\frac{0,674}{7,07}$ ist nahe = 0,1 oder 10 % von 1.

[2]) $\sqrt{200} = 14,2$. $\frac{0,674}{14,2} = 0,0475 = \omega$. $2\omega = 0,1$ einmal in 5 Fällen oder Wahrscheinlichkeit $= \frac{1}{5}$.

[3]) $\sqrt{1250} = 35,4$. $\frac{0,674}{35,4} = 0,019$ auf 1, oder circa 2 auf 100.

Die Ableitung des Satzes über die erforderliche Verdünnung ist in Obigem von Hrn. Abbe nicht gegeben worden, und findet sich auch sonst wohl nicht in der Literatur. Ich habe daher Hrn. Abbe um eine Erläuterung gebeten und erhalte darauf die nachfolgende Darlegung zur freien Verfügung. Indem ich für dies freundliche Entgegenkommen Hrn. Abbe meinen verbindlichsten Dank sage, gebe ich im Nachfolgenden auch diese Ableitung.

Berechnung des wahrscheinlichen Fehlers bei der Bestimmung von Mittelwerthen durch Abzählen.

Es seien Objekte irgend einer Art im Raum, oder bestimmte Ereignisse in der Zeit, oder bestimmte Merkmale innerhalb einer Vielheit von dirkuten Dingen unregelmässig vertheilt und es sei die mittlere Häufigkeit dieser Objekte oder Ereignisse oder Merkmale durch Abzählen eines gewissen Volumens oder Zeitintervalls oder Komplexes zu bestimmen. Dann wird der Befund *(k)* bei der einzelnen Zählung mehr oder minder abweichen von der wahren Mittelzahl *(n)* für das betreffende Zählgebiet, die bei vielfältiger Wiederholung der Zählung sich ergeben würde. Es ist nun die Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, die dafür besteht, dass im einzelnen Fall der Unterschied $(k - n)$ absolut oder procentrisch innerhalb oder ausserhalb gegebener Grenzen liege.

Das mathematische Schema, nach welchem in all diesen Fällen das Walten des Zufalls bei den einzelnen Zählungen zu beurtheilen und gemäss dem »Gesetz der grossen Zahlen« ziffermässig zu bestimmen ist, ist folgendes:

In einer Urne sei eine unbestimmt grosse Anzahl von weissen und schwarzen Kugeln enthalten, und zwar in solchem Verhältniss, dass im Gesammtdurchschnitt unter je μ Kugeln n schwarze und $\mu - n$ weisse sich finden. Aus dieser Urne werden μ Kugeln blindlings gezogen, entweder nach einander oder mit einem Mal (z. B., falls alle von gleicher Grösse, durch Herausschöpfen des der Zahl μ entsprechenden Volumens). Gefragt wird: welche Wahrscheinlichkeit besteht, d. h. in welcher relativen Häufigkeit wird es bei vielfältiger Wiederholung des gleichen Experiments vorkommen, dass der Zug statt n eine gewisse andere Zahl k von schwarzen Kugeln ergiebt?

Im Falle des Abzählens von im Raume vertheilten Objekten entspricht nach diesem Schema die Zahl μ dem jeweils abgezählten Volumen, dieses ausgedrückt als Vielfaches vom Einzelvolumen der zu zählenden Objekte, wofern die letzteren sämmtlich von gleicher Grösse sind. Unter diesen Umständen bezeichnet also μ diejenige Zahl von Objekten, welche das abzuzählende Volumen vollständig erfüllen würde. Wären aber die Objekte von ungleicher Grösse, so müssten sie selbst, ebenso wie das Volumen, auf welches die Zählung sich erstreckt, in lauter gleich grosse Raumelemente zerlegt gedacht und mit n, k und μ diese Elemente gezählt werden, sodass also n und k im Verhältniss zu μ das von den gezählten Dingen erfüllte Volumen im Verhältniss zum Volumen des ganzen abgezählten Raumes angeben würden.

Mit Bezug auf das obige Schema ist die Wahrscheinlichkeit einer schwarzen Kugel beim einmaligen Zug $= \frac{n}{\mu}$, die einer weissen $= 1 - \frac{n}{\mu}$ und daraufhin, nach bekannten Regeln, die Wahrscheinlichkeit eines Gesammtzuges von μ Kugeln mit k schwarzen und $\mu - k$ weissen.

$$W_k = \frac{1 \,.\, 2 \,.\, 3 \ldots\ldots \mu}{1 \,.\, 2 \ldots k \,.\, 1 \,.\, 2 \ldots \mu - k} \cdot \left(\frac{n}{\mu}\right)^k \cdot \left(1 - \frac{n}{\mu}\right)^{\mu - k}$$

$$= \frac{n^k}{1 \,.\, 2 \,.\, 3 \ldots k} \cdot \left(1 - \frac{n}{\mu}\right)^{\mu} \cdot \frac{\mu \,.\, \overline{\mu - 1} \,.\, \overline{\mu - 2} \ldots\ldots \overline{\mu - k - 1}}{\mu^k} \cdot \left(1 - \frac{n}{\mu}\right)^{-k}$$

$$= \frac{n^k}{1 \,.\, 2 \ldots\ldots k} \cdot \left(1 - \frac{n}{\mu}\right)^{\mu} \cdot \left(1 - \frac{1}{\mu}\right)\left(1 - \frac{2}{\mu}\right) \ldots\ldots \left(1 - \frac{k-1}{\mu}\right) \cdot \left(1 - \frac{n}{\mu}\right)^{-k}$$

Wird nun μ als sehr gross im Verhältniss zu n und k vorausgesetzt, so sind die binomischen Faktoren rechts von $\left(1 - \frac{n}{\mu}\right)^{\mu}$ sämmtlich sehr wenig von der Einheit verschieden, während zugleich

$$\left(1 - \frac{n}{\mu}\right)^{\mu} = e^{-n}$$

wird. Demnach ist

$$W_k = \frac{n^k}{1 \,.\, 2 \ldots k} \cdot e^{-n}$$

jedenfalls ein Näherungsausdruck für die gesuchte Wahrscheinlichkeit.

Um den Grad der Annäherung, den dieser Ausdruck für verschieden grosse Werthe von n und k gewährt, genauer bestimmen zu können, berechne man noch den Logarithmus des Produkts p der sämmtlichen binomischen Faktoren

$$p = \left(1 - \frac{n}{\mu}\right)^{\mu} \cdot \left(1 - \frac{1}{\mu}\right)\left(1 - \frac{2}{\mu}\right) \ldots \left(1 - \frac{k-1}{\mu}\right) \cdot \left(1 - \frac{n}{\mu}\right)^{-k}$$

unter Beschränkung auf diejenigen Glieder im Logarithmus, welche einzeln oder nach ihrem Gesammtbetrag grösser werden können als $\frac{n}{\mu}$ und $\frac{k}{\mu}$, welche also nicht kraft obiger Annahme über das Verhältniss von μ zu n und k von selbst verschwinden. Diese Rechnung ergiebt

$$\log p = -n + \frac{1}{2}\frac{n^2}{\mu} - \frac{1}{2}\frac{k^2}{\mu} + \frac{k \,.\, n}{\mu} = -n + \frac{n^2}{\mu} - \frac{(k-n)^2}{2\mu}$$

also

$$p = e^{-n} \,.\, e^{\frac{n^2}{\mu}} \,.\, e^{\frac{-(k-n)^2}{2\mu}}$$

oder in erster Annäherung

$$p = e^{-n} \cdot \left(1 + \frac{n^2}{\mu}\right) \cdot \left(1 - \frac{(k-n)^2}{2\mu}\right)$$

Der genauere Werth für W_k ist also

$$W_k = \frac{n^k}{1 \,.\, 2 \,.\,.\, k} \cdot e^{-n} \cdot \left(1 + \frac{n^2}{\mu}\right) \cdot \left(1 - \frac{(k-n)^2}{2\mu}\right)$$

Der zuerst angenommene einfachere Ausdruck stellt daher die zu berechnende Wahrscheinlichkeit nur dann richtig dar, wenn n^2 klein ist im Verhältniss zu μ, also n klein nicht nur im Verhältniss zu μ, sondern auch noch im Verhältniss zu $\sqrt{\mu}$ — unter welcher Voraussetzung beide binomische Faktoren sich auf die Einheit reduciren. Aber auch wenn $\left(1 + \frac{n^2}{\mu}\right)$ erheblich von 1 verschieden wäre, so würden durch diesen Faktor, weil er bei bestimmtem n für

alle k konstant bleibt, die Verhältnisse zwischen den den verschiedenen Zahlen k entsprechenden Werthen W_k nicht alterirt. Die relativen Wahrscheinlichkeiten der verschiedenen k — auf welche allein es ankommt — werden also richtig dargestellt durch die Formel

$$W_k = \frac{n^k}{1 \cdot 2 \ldots k} \cdot e^{-n} \left(1 - \frac{(k-n)^2}{2\mu}\right)$$

wofern nur n klein ist gegen μ (selbst wenn es nicht mehr klein wäre gegen $\sqrt{\mu}$) — also auch durch die anfänglich aufgestellte Formel

$$W_k = \frac{n^k}{1 \cdot 2 \ldots k} e^{-n}$$

wofern nur noch $k - n$ klein ist im Verhältniss zu $\sqrt{2\mu}$. Diese letztere Bedingung aber ist durch die erstere (n klein gegen μ) schon miterfüllt, weil die möglicherweise vorkommenden Unterschiede ($k - n$) nicht vielmal grösser sein können als $\pm\sqrt{2n}$ — wie im Folgenden sich ergiebt durch den Nachweis, dass die »wahrscheinliche« Abweichung des k von n nur $0{,}477\sqrt{2n}$ ist.

Die Anwendung der letzten Gleichung für W_k auf den Fall des Abzählens von unregelmässig im Raum vertheilten Objekten unterliegt also keiner weiteren Bedingung als dieser: dass die zu zählenden Objekte ihrem Gesammtvolumen nach nur einen kleinen Theil des Raumes erfüllen. — Die Wahrscheinlichkeitsziffern für die verschiedenen von n mehr oder weniger abweichenden Zählbefunde k verhalten sich dann zu einander wie die betreffenden Glieder der Potenzreihe

$$e^n = 1 + n + \frac{n^2}{1 \cdot 2} \cdots \frac{n^n}{1 \cdot 2 \ldots n} \cdots \frac{n^k}{1 \cdot 2 \ldots k} \cdots$$

Die grösste Wahrscheinlichkeit besteht hiernach für $k = n$; für $k > n$ und $k < n$ nimmt die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens stetig — aber nach beiden Seiten hin unsymmetrisch — ab.

Behufs Berechnung der Wahrscheinlichkeit irgend einer bestimmten Abweichung $k - n$ vom Mittelwerth werde $k = n + \triangle$ gesetzt. Dann ergiebt die obige Formel

$$W_\triangle = \frac{n^{n+\triangle}}{1 \cdot 2 \ldots n+\triangle} \cdot e^{-n} = \frac{n^n}{1 \cdot 2 \ldots n} e^{-n} \cdot \frac{n^\triangle}{(n+1)(n+2)\ldots(n+\triangle)}$$

$$= \frac{n^n}{1 \cdot 2 \ldots n} e^{-n} \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{1}{n}\right)\left(1+\frac{2}{n}\right)\cdots\left(1+\frac{\triangle}{n}\right)}$$

Es werde nun n als eine grosse Zahl vorausgesetzt, sodass $\frac{\triangle}{n}$ für alle praktisch vorkommenden Abweichungen $\triangle$ ein kleiner Bruch bleibt. Gemäss der bekannten Formel

$$\lim_{n=\infty} (1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot n) = \sqrt{2\pi \cdot n} \cdot n^n \cdot e^{-n}$$

ist alsdann

$$\frac{n^n e^{-n}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots n} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2n}}$$

und wenn

$$\frac{1}{\left(1+\frac{1}{n}\right)\left(1+\frac{2}{n}\right)\cdots\left(1+\frac{\triangle}{n}\right)}=\sigma$$

gesetzt wird,

$$\log\sigma=-\left(\frac{1}{n}+\frac{2}{n}\cdots+\frac{\triangle}{n}\right)=-\frac{\triangle(\triangle+1)}{2n}=-\frac{\triangle^2}{2n}-\frac{\triangle}{2n}$$

wobei nur solche Glieder vernachlässigt sind, welche einzeln und in ihrem Gesammtbetrag der Grössenordnung nach kleiner als $\frac{\triangle}{n}$ sind. Daher ist

$$W_\triangle=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\cdot\frac{1}{\sqrt{2n}}\cdot e^{-\frac{\triangle^2}{2n}}\cdot e^{-\frac{\triangle}{2n}}$$

oder in erster Näherung

$$W_\triangle=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\cdot\frac{1}{\sqrt{2n}}\cdot e^{-\frac{\triangle^2}{2n}}\left(1-\frac{\triangle}{2n}\right)$$

Entsprechend der oben erwähnten Unsymmetrie in der Abnahme des W von seinem Maximalwerth aus ist der Faktor $\left(1-\frac{\triangle}{2n}\right)$ für positive $\triangle$ kleiner, für negative $\triangle$ grösser als die Einheit. Da indess $\triangle$ immer klein bleibt gegen $2n$ — um so sicherer, je grösser n — so ist bei einigermassen erheblichem n (für welchen Fall allein die gegenwärtige Entwickelung gilt) diese Unsymmetrie zu vernachlässigen und für positive wie für negative $\triangle$ in genügender Annäherung

$$W_\triangle=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\cdot\frac{1}{\sqrt{2n}}\,e^{-\frac{\triangle^2}{2n}},$$

welcher Ausdruck der typischen Form entspricht

$$W_\triangle=\frac{h}{\sqrt{\pi}}\cdot e^{-h^2\triangle^2}$$

wenn $\frac{1}{\sqrt{2n}}=h$ gesetzt wird.

Die relative Häufigkeit bestimmter Abweichungen der einzelnen Zählbefunde vom wahren Mittelwerth ist hiernach vollkommen konform mit der Vertheilung der zufälligen Beobachtungsfehler bei Beobachtungen, deren Präcisionsmodul den Werth $h=\frac{1}{\sqrt{2n}}$ zeigt. Demnach ist die »wahrscheinliche« Abweichung eines einzelnen Zählbefundes vom Mittelwerth — d. h. diejenige Abweichung, welche ebenso häufig überschritten wie nicht erreicht wird — stets $=0{,}477\sqrt{2n}$ — womit alle weiteren Fragen betreffs der Häufigkeit der Abweichungen von anderer Grösse aus bekannten Sätzen der Theorie der Beobachtungsfehler sich beantworten. So weit Abbe.

Für die Ableitung der Werthe von ω wird auf Tabellen verwiesen. Da vielen Lesern weder die Tabellen noch deren Verwendung bequem liegen werden, aber da doch gerade diese

Werthe, wie wir sahen, unmittelbar gebraucht werden können, erlaube ich mir eine einfache Anweisung für deren Gewinnung zu geben. In dem bereits erwähnten kleinen Taschenbuch der Mathematik von Ligowski wird die Wahrscheinlichkeitsrechnung eingehend berücksichtigt und man findet (**39**, S. 37, Spatium 3 und 4) die Werthe

$$\frac{t}{\rho} \text{ und } \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-t^2} dt$$

in einer Tabelle von 0,0 bis 4,9 zusammengestellt. Hier ist anstatt des Werthes 1 der Werth ω zu setzen, sodass $0{,}5 = {}^1/_2\,\omega$, $2 = 2\,\omega$ u. s. w. gesetzt werden muss. Um die Werthe von Abbe zu erhalten, nimmt man für die Zahlen $\frac{t}{\rho}$, die kleiner als 1 sind, die direkten, für Zahlen, die grösser als 1 sind, die Komplemente der in der Tabelle angegebenen Werthe. Also:

$\frac{t}{\rho}$	$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-t^2} dt$	Rechnung pro Mille	Die Abweichung kommt vor in a Fällen a	$\frac{t}{\rho}$	$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-t^2} dt$	Rechnung pro Mille	Die Abweichung kommt vor in a Fällen a
0,1 ω	0,054	1000 : 54	18,5	:			
0,2 ω	0,107	» : 107	9,34	2 ω	0,823	1000 : 177	5,65
0,3 ω	0,160	» : 160	6,25	:			
:				3 ω	0,957	» : 43	23,3
0,5 ω	0,264	» : 265	3,78	:			
:				4 ω	0,993	» : 7	143
ω	0,500	» : 500	2	:			
				4,5 ω	0,998	» : 2	500

Der Werth ${}^1/_4\,\omega$ findet sich nicht in dieser Tabelle; wenn man einfach das Mittel zwischen 0,2 und 0,3 nimmt, erhält man für a 7,52, während Abbe dafür 7, also etwas weniger giebt. Der richtige Werth wird also unter 7,5 liegen, aber der Unterschied gegen 7,52 wird jedenfalls so unbedeutend sein, dass er nicht in Betracht kommen kann und man ruhig mit einfacher Interpolation wird rechnen können.

Die Mathematik lehrt noch die folgende, für die vorliegenden Zwecke völlig genügend scharfe Methode den wahrscheinlichen Fehler einer Beobachtungsreihe zu ermitteln.

Wenn die Anzahl der Beobachtungen m sehr gross ist, dann erhält man, wenn auch nicht genau, doch sehr bequem, den wahrscheinlichen Fehler (die Abweichung) R in folgender Weise: Man ordne die sämmtlichen Fehler der Grösse nach, ohne Rücksicht auf ihr Vorzeichen zu nehmen. dann ist, wenn m ungerade, der mittelste Fehler, und wenn m gerade, das Mittel der beiden mittelsten Fehler angenähert gleich R. Man kann 1 gegen 1 wetten, dass R zwischen $R\left(1 - \frac{0{,}7867}{\sqrt{m}}\right)$ und $R\left(1 + \frac{0{,}7867}{\sqrt{m}}\right)$ liege.

Demgemäss erhält man aus den 195 Werthen der Anlage II die wahrscheinliche Abweichung von 12 %, aber um diesen Werth gliedern sich die anderen Werthe wenig gleichmässig, weil die Zählungen durchaus verschiedenartig sind, je nachdem nur 10 oder mehrere 100 Stück auf die einzelne Zählung entfallen sind.

Die für ω aus den Summen gefundenen Werthe habe ich vor die Rubrik »gezählte Massen« geschrieben, diese Werthe sind bereits ziemlich klein; zwei davon werden vielleicht bis auf vier Procent unrichtig sein können, die Uebrigen dürften bis auf 2 % oder weniger richtig sein. Prüfe ich die Summirungen in der früher angegebenen Weise, indem ich untersuche, wie gross die Aenderung wird, wenn ich den am stärksten abweichenden Werth der grösseren Zählungen noch einmal einsetze, so komme ich zu bedeutend schlechteren Resultaten, aber hier wird ja auch eine besonders ungünstige Annahme gemacht, deren wirkliches Eintreffen nur geringe Wahrscheinlichkeit hat.

Berechne ich das ω für die Summen der Organismen, die zufolge der Zählungen dem Meere entnommen sind (wobei wenig darauf ankommt, ob diese Summen um wenige Procent fehlerhaft sind), so ergiebt sich für unsere kleinste Summe, nämlich 46 793 *Ceratium furca* ein ω von 0,312 %, es würde also eine Abweichung von 2 % durchschnittlich noch nicht unter 20 000 Fängen an demselben Ort zu erwarten sein. Für die 501 410 *Ceratium tripos* wird ω nur 0,095 %, es würde 0,6 % unter sehr vielen Entnahmen nur durchschnittlich einmal in 20 000 Fällen vorkommen — dies Alles freilich nur unter der Voraussetzung, dass das Meer so gleichmässig durchmischt wäre, wie es die mathematische Ableitung verlangt. Die Bedingung, dass die gezählte Masse nur ein kleiner Bruchtheil der Quadratwurzel des möglichen Inhalts sein darf, ist ja sehr vollständig erfüllt, auch ist die Entnahme durch das Planktonnetz für viele Formen gross genug, aber das Meer kann doch wohl nicht mit den Schüttel- und Mischgefässen ganz in eine Linie gestellt werden.

Schlussbemerkungen.

Ich habe bereits erwähnt, dass noch Fehler, und vielleicht grosse Fehler, meinem Verfahren anhaften, aber es ist vorläufig noch nicht möglich, diese Fehler einzeln zu bestimmen, weil sie nicht isolirt zur Untersuchung gebracht werden können. Es wird die Aufgabe sein, durch möglichste Sorgfalt und durch Verbesserung des Verfahrens die Fehler mehr und mehr zu eliminiren, wo dann die Abweichungen in der Vertheilung des Planktons im Meere rein hervortreten werden. Immerhin habe ich den Eindruck erhalten, dass diese Abweichungen im Ocean doch erheblich grösser sein werden, als aus der eben mitgetheilten Rechnung zu entnehmen ist.

Ich bin bei der Expedition davon ausgegangen, dass auf grossen Strecken, ich dachte dabei an Felder von 60 oder 100 Seemeilen Seite, die Vertheilung des Planktons gleichmässig genug sein müsse, um aus verhältnissmässig wenigen Fängen weitgehende Schlüsse über die Mengen der Bestandtheile des Plankton ziehen zu können. Eine so grossartige Gleichmässigkeit oder eine so minimale Ungleichmässigkeit zu finden, wie sie nach Allem bisher vorliegenden und mir bekannt gewordenen gefunden worden ist, habe ich nicht erwartet. Wenn man — beiläufig gesagt — in wissenschaftlichen Kreisen, falls einmal das Gespräch sich so wendet, darüber streitet, ob sich im Ocean Gleichmässigkeit finde, so ist das insofern gerechtfertigt, als ernste Forscher, wie Al. Agassiz, für die Ungleichmässigkeit der horizontalen Verbreitung eingetreten sind. Wenn man aber alle bisher bekannt gewordenen Resultate unserer

Fahrt betrachtet, insbesondere den Gang des Volumens, die Verbreitung der Copilien nach Dahl (33), der Decapoden nach Ortmann, der Craspedoten nach Maas, der Salpen und Würmer nach Apstein, der Doliolen nach Borgert, der Appendicularien nach Lohmann, der Bakterien nach Fischer, um nur das zu nennen, was bereits veröffentlicht worden ist, so kann ein Zweifel doch kaum bestehen bleiben. Ob man die Befunde als Beweise der Ungleichheit oder der Gleichförmigkeit bezeichnen will, kann freilich so lange Geschmacksache bleiben, als man den Ausdruck nicht präcisirt. Falls man aber präcisirt und gleichmässig nennt, wenn durchschnittlich die Dichte nur um das Doppelte oder Dreifache wechselt, ungleichmässig also, wenn die Vertheilung als so unregelmässig erwiesen wird, wie etwa die Bewohnung der Erdfläche durch Menschen oder Thiere, so kann eine Meinungsverschiedenheit nicht wohl bestehen bleiben. Ich betrachte die Bewohnung einer Stadt noch als ziemlich gleichmässig und wenn dort einmal an einer Stelle einige 1000 Menschen zusammenströmen, so wird dadurch die Bewohnung noch nicht ungleichmässig. Ich sehe voraus, dass der Eine oder Andere in irgend einem Tümpel eine Schwankung des Volumens von $\pm$ 100 % an derselben Stelle als seinen Befund wird angeben können und darauf hin grosse Unregelmässigkeit statuiren wird. Zu meiner Freude habe ich den Eindruck erhalten, dass wissenschaftliche Untersucher solche Ausstellungen nicht mehr als ernstliche Widerlegungen der durch so viele Untersuchungen festgestellten Thatsachen betrachten werden.

Was bisher über die Momente, die die Gleichmässigkeit der Vertheilung stören können, gesagt worden ist, trifft die grossen Bezirke; eine weitere Frage ist, ob kleinere Bezirke des Oceans Störungen unterworfen sind. Ich habe im Laufe dieser Arbeit darauf aufmerksam gemacht, dass sowohl lokale Störungen in Bezug auf das tägliche Eindringen von Wärme, Kälte und Regen eintreten können, als auch, dass der Wind, insofern er von fernen Gegenden her anderes Wasser der Oberfläche herbeiführt, zu ziemlich lokalen, aber immerhin mehrere Gradfelder umfassenden Störungen Anlass geben könnte. Sehr grosse Ungleichmässigkeiten werden ferner durch die wechselnden Einflüsse auf die Zeugung entstehen, die ebenso auf der See wie auf dem Lande zu sehr wechselnden Ernten an neu erzeugten Individuen führen können. Diese Verhältnisse scheinen befriedigend die Möglichkeit von Ungleichmässigkeiten nachzuweisen, aber das ist insofern Täuschung, als es sich dabei um Zufälligkeiten handelt. Der Zufall ist, wie die Mathematik nachweist, ein ganz vorzugsweise, ich möchte sagen, gesetzlicher Geselle, alle diese Ungleichmässigkeiten führen zu Gleichmässigkeit der Mischung, sobald nur der Eintritt einer genügenden und nicht einmal allzugrossen Anzahl solcher Zufälligkeiten gesichert ist. Das ist auf der See der Fall und daher sind solche Störungen ganz temporär, gleichen sich sicher bald aus und daher können örtlich eng beschränkte Ungleichmässigkeiten durch die Befischung der Oceanfläche mittelst so enorm kleiner Anzahl der möglichen Stichproben wohl nur in ganz seltenen Ausnahmefällen nachgewiesen werden. Die quantitativ befischte Oberfläche der von uns befahrenen Theile des Oceans ist nur der sechs billionste Theil seiner Fläche gewesen; dieser Theil ist freilich noch in über 100 Theile zerlegt worden, aber doch ist nicht zu erwarten, dass temporäre Störungen der besprochenen Art von uns aufgefunden sein sollten.

Der Fortschritt, der den früheren Ansichten (vgl. **33**) gegenüber gemacht worden ist, besteht also u. A. darin, dass nicht nur von der Gleichmässigkeit der Vertheilung ausgegangen werden muss, sondern dass auch der blosse Nachweis einer Ungleichmässigkeit ferner nicht befriedigend sein dürfte, sondern dass auch das »warum« des Falles zu erörtern sein wird. Oft wird dies »Warum« leicht angegeben werden können. Dass sich bei dem Uebergang vom »kalten Wasser« in den Floridastrom das Plankton ändern müsse, war von vornherein zu erwarten, auch wenn noch keine bezüglichen Befunde vorgelegen hätten, hier konnte es sich nur um Bestätigungen und Präcisirung des von der Theorie verlangten Befundes handeln. Wenn dagegen die Strecke zwischen den kapverdischen Inseln und Ascension sich besonders fruchtbar erwiesen hat, was die CHALLENGER-Expedition zuerst fand und was wir bestätigt haben, so wird zu forschen sein, wodurch diese Abweichung hervorgerufen wird. Die Feststellung der Thatsache genügt deshalb nicht mehr, weil wir in der Lage sind, ein detaillirteres Studium darüber anstellen zu können. Der Erklärungsversuch, den ich (**34**) gleich nach Rückkehr der Expedition über die schon damals zutreffend erfassten Verhältnisse gegeben habe, ist zur Zeit noch aufrecht zu erhalten, nur wird der Einfluss der Küstengewässer auf solche Abweichungen noch schärfer zu betonen sein.

Es sollten hier noch die Methoden für die Darstellung der Resultate vorgelegt werden, aber diese Materie ist zur Zeit noch wenig durchgearbeitet, sodass einige Andeutungen genügen müssen. Die Aufgabe ist, durch graphische Darstellung ein bequemes, verständliches und übersichtliches Bild von den Reihen zusammengehöriger Befunde und von den Zahlenwerthen zu schaffen. Es wird sich dabei einerseits um die Darstellung der örtlichen Verbreitung, andererseits um die quantitative Vertheilung der Organismen in den kleineren und grösseren Lebensgemeinden handeln. Beide Beziehungen lassen sich zuweilen in einer Darstellung vereinen. Im Allgemeinen gilt der Satz, dass solche graphischen Darstellungen desto weniger fördern, je grössere Flächen sie beanspruchen, denn mit der Vergrösserung der Fläche wächst die Unbequemlichkeit der Benutzung und nimmt die Uebersichtlichkeit ab. Letztere geht auch verloren, wenn zu viel Details auf kleinstem Raum eingetragen werden. Ausgedehnte Diagramme sind nicht ganz zu vermeiden, da bedarf es oft vieler Versuche, um die richtige Mitte zu finden.

Es liegen in diesen »Ergebnissen« schon eine recht grosse Reihe solcher Versuche vor, aus denen sich vielleicht allmählich das klassische Verfahren entwickeln wird.

Ein Diagramm, wie es für die Vertheilung von *Doliolum* gegeben worden ist, giebt das richtigste Bild, aber die dafür erforderliche Fläche ist unbequem gross und eine Eintragung der Karte muss fortbleiben, weil die Fahrt mehrfach den Ocean durchkreuzte, daher spricht ein solches Diagramm unmittelbar wenig an. Die Kartendarstellungen, die sich an die Linie der Fahrt anlehnen und sie gegebenen Falls zur Abscisse nehmen, sind mehr kompress und auch übersichtlicher. Wenn indessen in dem Diagramm noch die Zehngradfelder berücksichtigt werden, so kann daraus der Vortheil erwachsen, dass die Resultate zukünftiger quantitativer Untersuchungsfahrten zur gemeinschaftlichen Darstellung kommen können, trotzdem die Fahrtlinien verschiedene sein werden.

Bei diesen Darstellungen sind die starken Zahlenunterschiede eine grosse Erschwerung. Bei niedrigen Werthen trifft die Zahl 0 sehr häufig nicht zu, namentlich nicht, wenn sie auf eine Station entfällt, die zwischen zwei Stationen mit positiven Zahlenwerthen fällt, dann ist der Werth 0,5 entschieden richtiger. Streng genommen hat 0 nur volle Geltung, wenn der Werth mehrere Male hintereinander bei der Durchzählung des ganzen Materials gefunden werden sollte. Für uns lag bisher keine Veranlassung zu einer so strengen Abwägung der Resultate vor, aber es ist immerhin zu beachten, dass die Befunde von 0 bei Salpen, Doliolen, den Craspedoten, den Decapoden, *Copilia* u. s. w. häufig durch den Werth 0,5 ersetzt werden müssten.

Die Eintragung von zwei Arten in einen Kurvenzug oberhalb, und von zwei Arten unterhalb der Fahrtlinie ist gut ausführbar, nur an der Kreuzungsstelle der Fahrtlinie kann eine Schwierigkeit entstehen, die aber leicht zu überwinden ist. Das Verfahren in Bezug auf den Nullpunkt der Ordinaten ist wechselnd gewesen, entweder wurde für beide, auf einer Seite der Fahrtlinie liegenden Kurven (Mengenangaben) die Fahrtlinie als Nullpunkt genommen (Tabelle von Maas) oder der Kamm der ersten Kurve war die Nulllinie der zweiten, so z. B in Dahl's: die Gattung *Copilia* (**35**). Im ersteren Fall giebt die Kurve ein klareres Bild über den Gang der Quantitäten und die Maxima werden weniger gross als bei der zweiten Art der Darstellung, dagegen kann es vorkommen, dass die beiden Kurven durcheinander gehen, weil zuweilen die eine, zuweilen die andere der in Betracht gezogenen Arten die grössere Zahl enthält. In dem zweiten Fall machen die aufgesetzten Kurven alle Bewegungen der unterstehenden Kurven mit, und die Maxima können unbequem hoch werden, man kann dagegen mit Vortheil mehr als zwei Artenfunde zur Darstellung bringen. Man erhält neben der Darstellung über die Art der quantitativen Verbreitung auch noch ein Bild über das gegenseitige Verhältniss der Arten, also eine Darstellung der Vertheilung der Arten im Genus, oder, wenn man will auch Darstellung des Verhaltens von Lebensgemeinden. Die erstgenannte Art von Kurven ist korrekter, aber die zweite Art hat doch für biologische Zwecke manche Vorzüge.

Dass die Endpunkte der Ordinaten zu einem Kurvenzug verbunden werden, ist ein in der Wissenschaft vielfältig geübtes und ohne Zweifel völlig berechtigtes Verfahren. Es beruht auf der Gesetzmässigkeit des Zufalls, also auf der Wahrscheinlichkeitslehre. Bei sehr eng stehenden Ordinaten kann eine so gezogene Kurve im Durchschnitt nur wenige und kleine Irrthümer ergeben, bei weit auseinander stehenden Ordinaten wird sie nur annähernd richtig sein können und oft ziemlich verkehrt sein; immer aber ist die auf solche Art gewonnene Kurve die wahrscheinlichste von allen Kurven, die nach dem vorliegenden Material gezogen werden können. Werden die Kurven sehr zackig, wie es z. B. bei den Bakterien der Fall gewesen sein würde, so beschränkt man sich besser darauf, nur die Ordinaten zu ziehen.

Der Sinn des Verfahrens, die Fläche zwischen Abscisse und Kurve mit einer Farbe auszufüllen, liegt theils darin, dass man dadurch den Verlauf deutlicher macht, theils aber auch darin, dass man eine Anschauung über die Mittelwerthe der kleineren Strecken gewinnt. Seien a, b, c die Längen der Ordinaten und m, n, p die zugehörigen Strecken der Abcisse, so ist das Mittel:

$$\frac{\frac{a+b}{2} \cdot m + \frac{b+c}{2} \cdot n + \frac{c+d}{2} \cdot p}{3}$$



Auf diesen Werth hat die Strecke der Abscisse grossen Einfluss und sie ändert entsprechend die Ausdehnung des Farbenfeldes.

Für grosse Zahlen wird man immer den Einheitsmassstab so klein nehmen können, wie es für die Darstellung am bequemsten ist, wenn aber Differenzen von 1 : 100 oder noch grössere vorkommen, so versagen die bisher besprochenen Arten der Darstellung. Dann gelingt es noch der Differenzen Herr zu werden, wenn man die Quadrat- oder Kubikwurzeln aus den Zahlen zur Grundlage der Darstellung nimmt. Damit geht man dann gleichzeitig zur flächenhaften oder körperlichen (Würfel) Form über und verlässt die linearen Ordinaten. In typischer und sehr belehrender Weise ist dies Verfahren von Herrn Schütt in der Reisebeschreibung und von Herrn Lohmann in den Halacarinen (G. a. β.) gebraucht. In solche Darstellungen würden mit Erfolg Farbenflächen eingetragen werden können, wenn die mittlere Zusammensetzung der Gattungen aus den Mengen oder den Massen der einzelnen Arten gezeigt werden soll.

Die engere oder weitere Formenverwandtschaft der Arten sollte meiner Ansicht nach ohne Verwendung der Stammbäume, also mehr durch Vertheilung in der Ebene geschehen; ich habe gelegentlich und versuchsweise dies für die Peridineen ausgeführt (**33**). In den Stammbäumen, die ja von Blutsverwandschaft ausgehen, bringt man willkürlich zu allen anderen unvollkommen bekannten Faktoren die Unbekannte der Blutsverwandtschaft in der Gestalt hinzu, wie sie sich der betreffende Autor denkt und wie er sie in bequemer Form zu lehren wünscht. Das Geschehen in der Vorzeit ist eine Sache für sich, die häufig fortbleiben kann ohne die Darstellung der Formverwandtschaften irgend zu beeinträchtigen. Die Beziehungen, die durch die Formverwandtschaften gebildet und aufgedeckt werden, dürften unzweifelhaft unbefangener und daher besser dargestellt werden, wenn man die Phylogenese aussen vor lässt. Die Aufgabe, für Stammbäume irgend welche Einheiten zu schaffen, die wenigstens eine beschränkte Anwendung eines messenden Verfahrens gestatten könnten, wäre noch in Erwägung zu ziehen.

Die Ziffern der Figuren sind stets am unteren Rande der Tafeln wiederholt worden, sodass diese Ziffern genau senkrecht unter die Ziffern auf den Tafeln gesetzt wurden. (Das ist auf meiner Tafel V versehentlich falsch gemacht worden.) Diese Anordnung ist getroffen, um dem Leser den überaus lästigen Zeitverlust bei dem Suchen der Figuren möglichst zu verringern. In einigen Fällen war das nicht nöthig, in anderen Fällen aber dürfte es sehr vortheilhaft gewesen sein. Die Bezeichnung »Fig.« ist auf den Tafeln fast stets angebracht, um deutlich auf die Ziffer hinzuweisen. Die Schönheit unserer Tafeln sollte meines Erachtens gegen die Uebersichtlichkeit, die sonst nur auf Kosten der zweckmässigsten Disposition der Figuren pflegt erreicht werden zu können, zurückstehen. Der künstlerische Eindruck, wo ein solcher überhaupt vorhanden ist, kann bei unseren Aufgaben doch wohl erst in zweiter Linie stehen.

Das Literatur-Verzeichniss soll in erster Linie ein Verzeichniss der Citate sein, um solche Anmerkungen aus dem Text fern zu halten, die nur Ortsangaben der Literatur sind

und besser an einer Stelle vereint gegeben werden. Den Leser können nämlich dieser Art Anmerkungen zum Text nur stören, und ausserdem ist es eine grosse Belästigung, wenn man nach einem Citat sucht und nun durch ein »l. c.« genöthigt wird, dass ganze Buch zu durchsuchen, um endlich den »l. c.« zu finden oder auch nicht zu finden. Das Verzeichniss der Citate gestattet selbstverständlich zugleich ein wirkliches Verzeichniss der den Gegenstand der Arbeit betreffenden Literatur zu geben, vorausgesetzt, dass keine bestimmte Ordnung nach Zeit oder nach dem Alphabet dafür verlangt wird.

In den verschiedenen Tabellen wird wohl hin und wieder ein Druckfehler zu finden sein, so steht S. 72 bei Nr. 17, 16 Mk. statt 10 Mk. Zahlentabellen sind sehr schwer fehlerfrei zu beschaffen, aber meistens kann man aus benachbarten Zahlen entnehmen, ob bei etwa auffallenden Werthen ein Druckfehler vorliegen könnte.

Nachtrag.

Obgleich die Untersuchung der süssen Gewässer nicht in das Bereich der Ergebnisse gehört, muss ich doch einen Blick darauf werfen. Hr. Dr. Apstein hat zuerst im Jahre 1891 nach dem quantitativen Verfahren Untersuchungen der treibenden Materie aus Binnenseen veröffentlicht und auch schon (**36**) ausführliche Zählungsanalysen der gefangenen Massen gegeben. Er hat für solche Zwecke das Planktonnetz so modificirt und verkleinert, dass es vom Boot aus bequem verwendet werden kann (**37**), während mein Planktonnetz dazu zu gross und unhandlich ist.

Es haben Andere diese Untersuchungen aufgenommen und scheinen nach einigen Versuchen, die den Befunden Apstein's die Bestätigung versagten, ziemlich übereinstimmend zu wesentlich gleichen Befunden gekommen. Kürzlich erschien eine fleissige Arbeit von J. Reighard (**38**) über eine biologische Untersuchung des St. Clair-Sees (etwa Mitte des Gebiets der grossen nordamerikanischen Seen), der auch recht befriedigende Ergebnisse bei quantitativer Befischung bezüglich des Volumens der Fänge erhalten hat. Er hat (Efficiency of »Quantitative Netz«) Müllergaze Nr. 20 von einer anderen Firma genommen und versucht durch Messung der Maschenweite festzustellen, ob mein Zeug mit dem seinen identisch war. Hierbei ergab sich die Schwierigkeit nicht nur, dass die Messungen nach dem Gebrauch und Trocknen verschieden ausfielen, sondern namentlich, dass sich die Weite der Maschen unter dem Druck des »cover of the compressor« änderten. Es wird mir mit einem gewissen Recht vorgeworfen, dass ich die Art, wie ich mit dem Zeug verfuhr, nicht gehörig mitgetheilt habe. Ich trage also nach, dass das Präparat in Glycerin lag und zwar in so reichlicher Flüssigkeit, dass das Deckglas darauf schwamm. Ich halte indessen die Methode durch solche Messungen der Identität der Porenweite festzustellen für nicht günstig, es wäre richtiger gewesen, sich eine Zeugprobe von dem von mir genannten Schweizer Fabrikanten kommen zu lassen.

Hr. Reighard hat versucht, den Netzkoefficienten direkt zu bestimmen, indem er einen grösseren Behälter, in dem *Lobelia*-Samen in Wasser suspendirt war, mit einem entsprechend verkleinerten Netzmodell durchfischte und den Fang durch Gewicht bestimmte. Diese Versuche erforderten so viel Zeit, dass sie nicht fortgesetzt werden konnten. Die gleichmässige Vertheilung der Samen war nicht leicht zu erreichen, auch musste die Zeit der Zugdauer sehr genau registrirt werden. Das Netz hätte nach meiner Formel berechnet bei einem Zuge 0,75 Gramm ergeben sollen, gab aber nur 0,4 bis 0,5 Gramm. Wir wissen jetzt, dass diese Differenz bei dem (noch dazu mit zu weiter Mündung) gebauten Netz sich finden musste, weil die Rechnung das Gefälle vernachlässigt. Die Methode von Reighard ist ja ausführbar, aber viel leichter und nicht ungenauer wird das von mir jetzt empfohlene Verfahren der Vergleichung der mit demselben Netz bei sehr enger und bei gewöhnlich benutzter Oeffnung gemachten Fänge.

Ich habe mittlerweile einen solchen Versuch für ein anderes Netz zur Ausführung bringen können. Ein zum Fang von treibenden Fischeiern bestimmtes Netz hatte Dimensionen, die weiter unten bei »Einetz« angegeben werden sollen. Das Netzzeug war Müllergaze Nr. 3. Es bekam zunächst einen Eingang von 90 qcm. Die Oeffnung des Ringes ist zwar S. 92a zu 90,191 qcm angegeben worden, aber diesmal liefen innen im Ring drei Faden, die den Eingang um ca. 0,2 qcm verengten, sodass also die Oeffnung nur 90 qcm zu nehmen ist.

Es muss in diesem Fall alles genau gewürdigt werden, weil diese Versuche zu einer unwahrscheinlich klingenden Uebereinstimmung zu führen scheinen. Dies kann ohne Zweifel rein zufällig sein, aber es findet sich nur ein ω von 1,7 und 2 %, sodass die wahrscheinliche Abweichung kaum 5 % betragen kann. Ich habe mich bemüht, den Einfluss eines etwa vorhandenen guten Willens völlig auszuschliessen. Die Herren Dr. Apstein und Vanhöffen, denen die Dimensionen der Oeffnungen und des Netzes völlig unbekannt waren, besorgten den Fang auf See, ersterer führte dann die Zählungen aus und darauf rechnete ich die Koefficienten. Ich theile den Versuch ausführlich mit, um ein Beispiel zu geben.

Es wurden 6 Züge mit der engen und 3 Züge mit der weiten Oeffnung von 71 cm Durchmesser, also 3959,2 qcm Oeffnungsfläche ausgeführt, sie alle an derselben Stelle der See (Bülk, Heulboje, 25. Januar 1895). Der Fang mit der engen Oeffnung wurde ganz durchgezählt. Die Zählung betraf nur die grösseren Formen, da nur diese nicht durch die Maschen des Zeuges schlüpfen konnten. Das Protokoll über die Zählung des Fanges mit weiter Oeffnung ist das Folgende:

Zählung von 3 Fängen, auf 200 ccm verdünnt. Einetz 3959,2 qcm Oeffnung.

Ganze Menge	Namen	1 0,5 ccm	2 0,5	3 0,5	4 0,5	5 0,5	6 0,5	7 0,5	8 0,5	9 0,5	10 0,5	Summe	Faktor
12840	*Centropages*	37	30	35	25	41	38	26	25	39	25	321	40
10280	*Clausia* und *Paracalanus*	23	27	32	30	25	25	23	26	23	23	257	»
5440	*Temora*	11	15	11	13	8	13	13	16	19	17	136	»
3440	*Acartia*	9	10	7	6	8	11	8	5	10	12	86	»
32002	*Calanus finmarchicus* .											2	1
	Alle Copepoden . . .	80	82	85	74	82	87	70	72	91	77	800	40
	Sagitta	0	4	0	2	0	6	0	0	1	1	14	»
	Fischeier											7	1
	Cydippe											2	1

Praktische Prüfung der erlangten Genauigkeit.

Namen	Zählung 1—6	Mittel d. einzelnen Zählung	1—7	Mittel 1—7	1—8	Mittel 1—8	1—9	Mittel 1—9	1—10	Mittel 1—10	
Centropages	206	$34^1/_3$	232	$33^1/_7$	257	$32^1/_8$	296	$32^8/_9$	321	32,1	
Clausia und *Paracalanus*	162	27	185	26,5	211	$26^3/_8$	234	26	257	25,7	
Temora	71	$11^5/_6$	84	12	100	$12^1/_2$	119	$13^2/_9$	136	13,6	
Acartia	51	$8^1/_2$	59	$8^3/_7$	64	8	74	$8^2/_9$	86	8,6	
Alle	490	$81^2/_3$	560	80	632	79	723	$80^1/_3$	800	80	80,12.

Obgleich also die Mittel der einzelnen Arten noch nach 10 Zählungen ziemlich grosse Schwankungen zeigen, wird doch das Mittel für »alle Copepoden« schon sehr nahe richtig sein, die nächste Zählung hätte es vielleicht ändern können, aber weitere 3—4 Zählungen würden den bereits gefundenen Werth so gut wie gar nicht verändert haben, weshalb es nicht gerechtfertigt schien, noch mehr Zählungen anzustellen.

Das Resultat auf je einen Fang reducirt, stellt sich demnach wie folgt:

1 Fang	0 Oeffnung 90 qcm	0′ Oeffnung 3959.2 qcm	0:0′ = 1:43,99	1 Fang	0 Oeffnung 90 qcm	0′ Oeffnung 3959,2 qcm	0:0′ = 1:43,99
Centropages	115,5	4280	1 : 37,5	*Calanus finmarchicus* .	$^1/_6$	$^2/_3$	1 : 4
Clausia und *Paracalanus*	84	3427	1 : 40,8	Alle Copepoden . . .	266	10667	1 : 40,1
Temora	31	1813	1 : 58,5	Sagitten	3	186	1 : 62
Acartia	35	1146	1 : 32,8	Fischeier	$^1/_6$	$2^1/_3$	1 : 14

Wir haben den zutreffenden Druck d im Netz aus der Gleichung 5a, S. 99, zu bestimmen, also aus:

$$v_{(s-d)}\frac{0}{N} = w[(1+\sin\alpha)\,d]$$

ferner muss der Koefficient φ aus $\frac{v_{(s)}}{v_{(s-d)}} = \varphi$ bestimmt werden. Für die Rechnung ist die Kenntniss der Netzfläche und der mit $\cos\alpha$ multiplicirten Netzwand des Eimers, die zusammen in obiger Gleichung als N bezeichnet werden, erforderlich.

Es ist: $\sin\alpha = 13^0 45'$. $1+\sin\alpha = 1{,}2377$. $\log 1+\sin\alpha =$ 0,0926154
Netzfläche = 30731, Eimernetz = 1005,18 reducirt durch $\cos\alpha = \log$ 2,9896160
reducirte Eimerfläche = 976,37, daher $N = 31707{,}4$. $\log N =$ 4,5011606
$O = 90$ daher $\log O =$ 1,9542425
$\log\frac{O}{N} =$ 0,4530819 — 3

Nach der Tabelle S. 87 ist für Zeug Nr. 3 Δ_w für d, von 0 — 0,1 = 2.216
daher ist Δ_w für d von 0 — 0,001 zu 0,02216 zu nehmen. $\log 0{,}02216 =$ 0,3455698 — 2
$v_{(s)}$ war 30 cm pr. Sekunde. $\log 30 =$ 1.4771213

Nach Formel I, S. 77 findet sich der, der Zuggeschwindigkeit entsprechende Druck s zu 0,45876. Ich gebe die Rechnung von der letzten Annäherung aus:

$s = 0{,}45876$
$d = 0{,}003095$
$s - d = 0{,}455665$

$s = 0{,}45876$
$d' = 0{,}00310$
$s - d'$ 0,45566

$\log s - d = 0{,}6586457 - 1$
$\log 2g = 3{,}2926543$
$\log v^2_{(s-d)} = 2{,}9513000$
$\log v_{(s-d)} = 1{,}4771213$
$\log\frac{O}{N} = 0{,}4530819 - 3$
$\log w_{[(1+\sin\alpha)\,d]} = 0{,}9302932 - 2$
$\log \Delta w_{(0,001)} = 0{,}3455698 - 2$
$\log (1+\sin\alpha)\,d = 0{,}5846334$
$\log 1+\sin\alpha = 0{,}0926154$
$\log 0{,}001 . d = 0{,}4920180$
$d' = 0{,}003105$

$\log s - d' = 0{,}6586409 - 1$
3,2926543
2,9512952
$\log v_{(s-d')} = 1{,}4756476$
$\log v_s = 1{,}4771213$
$\log \varphi$. 0,0014737
$\varphi = 1{,}0034$

Vorstehender Rechnung liegt eine noch recht ungenaue Differenz zu Grunde, weil die Kurve für Zeug Nr. 3 nur bis auf 0,1 cm herabgeführt ist, aber doch die mittlere Differenz für 0,001 cm benutzt werden musste. Der dabei entstehende Fehler ist zwar, wie sich zeigen wird, nicht gross, aber um darüber eine Erfahrung zu machen, habe ich doch die Tabelle durch graphische Interpolation bis auf 0,01 cm fortgeführt; noch weiter zu gehen war nicht gerechtfertigt, weil der Nullpunkt nicht genau genug bestimmt werden konnte.

Ergänzungstabelle für Zeug Nr. 3.

Druck (d) cm	w	$\triangle w$	$\log \triangle w$	d	w	$\triangle w$	$\log \triangle w$
		0,2324	0,36624—1			0,2201	
0,01	0,2324	0,2299	0,36154—1	0,06	1,3566	0,2179	0,33826—1
0,02	0,4623	0,2272	0,35641—1	0,07	1,5745	0,2159	0,33425—1
0,03	0,6895	0,2247	0,35160—1	0,08	1,7904	0,2138	0,33001—1
0,04	0,9142	0,2223	0,34694—1	0,09	2,0042	0,2118	0,32593—1
0,05	1,1365	0,2201	0,34262—1	0,1	2,216		

Nach dieser Tabelle ist also $\triangle w_{d\,0,001} = 0,02324 = \log 0,3662361 - 2$ und nicht wie oben 0,02216. Die Rechnung giebt:

$$
\begin{array}{rl}
s = & 0.45876 \\
d = & 0.00295 \\
\hline
s-d = & 0.45581
\end{array}
\qquad
\begin{array}{rl}
\log\ s-d = & 0,6587838 - 1 \\
 & 3.2926543 \\
\hline
 & 2,9514381 \\
\hline
v(s-d) & 1.4757191 \\
 & 0.4530819 - 3 \\
\hline
 & 0,9288010 - 2 \\
 & 0.3662361 - 2 \\
\hline
 & 0,5625649 \\
 & 0.0926154 \\
\hline
\log\ d' = & 0.4699495 \\
d' \,.\, 0,001 = & 0,0029509
\end{array}
\qquad
\begin{array}{rl}
\log\ v_s = & 1.4771213 \\
\log\ v_{(s-d')} = & 1.4757191 \\
\hline
\log\ \varphi & 0,0014022 \\
\varphi = & 1,00324
\end{array}
$$

Der Koefficient φ ist bei dieser genaueren Interpolation nur unbedeutend kleiner als vorher, sodass er genügen kann. Die φ-Werthe auf S. 82a und die Werthe des ψ, bei denen das Gefälle mit in Rechnung gezogen ist, auf S. 96 zeigen für langsamen Zug, also für Nr. 41 und 42 einen grossen Unterschied zwischen φ und ψ, das Verhältniss der Netzfläche zur Oeffnung ist = 1 : 0,002837, also ähnlich wie bei Serie II ein wenig nach Serie III hin. Für Serie II ist $\varphi = 1,0104$ und $\psi = 1,0286$, danach würde zu dem obigen φ von 1,00324 ein ψ von **1,0089** gehören, wenn die Procente entsprechend wachsen sollen.

Nach der Zählung fanden sich unter der Oeffnung von 90 ccm 266 grössere Copepoden, also fanden sich unter dem Quadratmeter $\frac{10\,000}{90} \,.\, 266 = 29\,622$ Stück. Diese Summe mit $\psi = 1,0089$ multiplicirt ergiebt **29 886** Copepoden unter dem Quadratmeter.

Nach der Zählung fing das Netz mit der Oeffnung von 3959,2 qcm 10 667 grössere Copepoden, also fanden sich unter den qm $\frac{10\,000}{3959,2} \,.\, 10\,667 = 26\,329$ Stück.

Um diese Anzahl auf die oben per qm gefundene Zahl von 29 886 zu bringen, muss mit $\frac{29\,886}{26\,329}$ oder mit dem Faktor $\psi = \mathbf{1,1351}$ multiplicirt werden.

Wenn man die beiden Fangserien einfach nach dem Verhältniss ihrer Oeffnungen vergleicht, so hat die engere Oeffnung nur 9,7 % besser gefischt als die weitere. Berechnet man für die weite Mündung, mit der sich das Netz leichter ziehen lässt nach der gewöhnlichen Geschwindigkeit von 50 cm per Sekunde den Koefficienten φ, so findet man dafür den Werth 1,1003 und untersucht man für die beiden Oeffnungen und die entsprechenden Koefficienten φ die Menge der Copepoden unter dem qm, so findet man für die

$$\text{kleine Oeffnung } \frac{10\,000}{90} \,.\, 1{,}00324 \,.\quad 266 = 29\,651$$

$$\text{grosse Oeffnung } \frac{10\,000}{3959{,}2} \,.\, 1{,}1003 \quad .\, 10667 = 29\,645$$

sodass schon ohne Berücksichtigung des nothwendig vorhandenen Gefälles die Zahlen unter sich nahe genug stimmen, da die grosse Oeffnung nur 0,02 % zu wenig ergiebt, oder, da es keine halben Copepoden giebt, absolut genau war. Herr Dr. Apstein sagt mir aber, dass seiner Meinung nach auch das Netz mit weiter Oeffnung nur 30 cm in der Sekunde gezogen worden sei. Unter dieser Annahme ergiebt sich ein φ von 1,1638, also ein grösserer Werth, als der, der für ψ angegeben worden ist. Dies φ ergiebt 31 355 Copepoden, also ohne Berücksichtigung des Gefälles schon 4,9 % mehr als die kleine Oeffnung mit Verrechnung des Gefälles.

Bei so geringer Tiefe, wie es die von ca. 10 m ist und bei dem Zug aus freier Hand und Ankerwinde kann auf freier See überhaupt die Zuggeschwindigkeit nicht so genau bestimmt werden, wie es bei dem grossen Einfluss, den die Geschwindigkeit auf den Fang des Netzes mit grosser Oeffnung hat, erforderlich sein würde. Ich nehme zwar an, dass der Zug bei weiter Mündung etwas rascher geworden sein wird, weil das Netz sich leichter ziehen liess, dass also dementsprechend das Copepoden-Plankton sehr gleichmässig vertheilt gewesen sein wird, aber ein Beweis für diese Annahme ist nicht zu erbringen.

Auf einer Nordsee-Expedition des deutschen Seefischereivereins, die im Februar 1895 von den Hrn. Drs. Apstein und Vanhöffen ausgeführt wurde, sollte noch einmal der Koefficient bestimmt werden. Ich hatte gewünscht, dass mit der engen Oeffnung bei 1 m Geschwindigkeit gezogen werde, weil bei raschem Zug mehr gefangen, die Fläche vollständiger ausgenutzt wird, dass dagegen mit der weiten Oeffnung bei der gewöhnlichen Zuggeschwindigkeit von 0,5 m gefischt werden sollte, aber in Folge eines Missverständnisses wurde beide Male mit einer Geschwindigkeit von 1 m die Sekunde gefischt. Dies hatte, abgesehen davon, dass die Befischungsfläche für das normal gezogene Netz so nicht gut festgestellt werden konnte, den Nachtheil, dass bei dem an den oberen Theilen des Netzes gegen 10 cm betragenden Druck manche kleineren Copepoden durch die Maschen des Zeugs Nr. 3 gepresst sein dürften, die in demselben Netz, aber bei enger Mündung, noch verblieben, weil hier der Druck nur 0,1 bis 0,2 mm betragen haben kann.

Mit dem Eingang von 90 qcm wurden über 38 m Tiefe 4 Fänge gemacht, der einzelne Fang ergab im Mittel 86,5 Copepoden. Mit der weiten Oeffnung von 3959,2 qcm machte dasselbe Netz dort 2 Fänge, der einzelne Fang brachte im Mittel 2673,5 Copepoden; das ist nur 31 mal soviel, als mit enger Oeffnung gefangen wurde.

Der mittlere Druck im Netz berechnet sich für die enge Oeffnung zu einem d von 0,0099 cm, daraus ergiebt sich ein φ von 1,00097 oder der wirkliche Inhalt unter 90 qcm Fläche zu 86,6 Copepoden. Das Gefälle bei diesen Zügen kann wohl ganz vernachlässigt werden. Die Menge von Copepoden, die sich unter der Fläche des grossen Netzeingangs von 3959,2 qcm gefunden haben, wird demnach zu 3808,9 Copepoden berechnet werden müssen. Dies giebt für das Netz den Koefficienten ψ zu 1,4332.

Für dies Netz mit weitem Eingang berechnet sich bei 1 m Geschwindigkeit der mittlere Druck im Netz zu 0,5775 cm und das φ wird 1,06196. Die aus dem mittleren Druck berechnete Menge der Copepoden ergiebt sich also zu 2839,2, was gegen die aus dem Fang mit kleinem Eingang berechnete Menge von 3809 Copepoden bedeutend zurück bleibt.

Während also bei dem ersten Versuch ein Gefälle im grossen Netz überhaupt nicht sicher festgestellt werden konnte, überragt bei diesem Versuch der Koefficient mit Gefälle $\psi = 1,4332$ den Koefficienten $\varphi = 1,062$ aus dem mittleren Druck um 34 %.

Nach dem ersten Versuch musste anstatt der wirklichen Eingangsfläche von 3959,2 qm nur eine Fläche von $\frac{3959,2}{1,1351} = 3488$ qcm gerechnet werden und der Fang müsste mit **2,867** multiplicirt werden, um die unter 1 qm Meeresfläche befindliche Menge zu erhalten. Nach dem zweiten Versuch fischte anstatt der ganzen Eingangsfläche nur $\frac{3959,2}{1,4332} = 2762,5$ qm, und um die Menge unter 1 qm Meeresfläche zu erhalten, müsste mit dem Faktor **3,6** multiplicirt werden.

Diese Differenz ist recht gross. Es ist indessen zu bedenken, dass das verwendete Netzzeug Nr. 3 nicht bestimmt ist für die quantitative Auswerthung der Copepoden, sondern zum Fang von Fischeiern, auch war bei dem Versuch zwar wenig Wind aber doch einige Dünung, sodass zeitweilig der Druck im Netz noch erheblich gestiegen sein muss. Ausserdem kann noch Folgendes in Erwägung gezogen werden. Die in den 4 Fängen mit kleinem Netzeingang gefangene Menge von Copepoden betrug nur 364 Stück. $\sqrt{364} = 18,6$ also $\omega = \frac{0,674}{18,6} = 0,0362$ oder 3,6 %. Eine Abweichung von $2\,\omega = 7,2$ würde in 5—6 solchen Versuchen zu erwarten gewesen sein. Für die Fänge mit weitem Eingang beträgt ω 2 %, also $2\,\omega = 4$ %. Es ist daher erlaubt, wenn auch nicht geboten, anzunehmen, dass in dem vorliegenden Fall der wirkliche Inhalt des Meeres etwa 7,2 % geringer gewesen sei. Wenn man die dieser Annahme entsprechenden Zahlen der Rechnung zu Grunde legt, erhält man für den weiten Eingang ein ψ von 1,324 und den Faktor für 1 qm Fläche zu 3,24, also immer noch hoch. Indessen auch der Fang in der Ostsee wird eine Abweichung gehabt haben, und zwar entschieden in dem Sinn, dass der kleine Eingang etwas zu wenig gefangen hat, sodass der Faktor für 1 qm Meeresfläche etwa 5 % höher als 2,87 zu nehmen ist. Nach diesen Erwägungen kann der Faktor zur Ermittelung für die Menge unter dem qm wohl zu **3** genommen werden, obgleich er wohl etwas kleiner sein dürfte. Leider kann ich in dieser Abhandlung das Resultat einer erneuten Bestimmung, die ich beabsichtige, nicht mehr mittheilen.

Da neuerdings noch wieder einige Netze haben hergestellt werden müssen und es vortheilhaft erschien, einige kleine Veränderungen an diesen anzubringen, so möchte ich hier noch eine kurze Zusammenstellung der Maasse geben. Die **Eimer** für das Planktonnetz, das Einetz und die grossen Vertikalnetze sind von den gleichen Dimensionen.

Die Netze sind zum Theil etwas verkürzt worden, um, wenn das Netz so verfertigt wird, dass der aus 2 Fäden bestehende Einschlag circulär verläuft, nicht allzuviel Material verschneiden zu müssen.

	Planktonnetz.	Mittleres Netz. Apstein.	Schliessnetz.	Grosses Vertikalnetz.	Kleines Vertikalnetz.	Fischeinetz.	Horizontal-Cylindernetz.
Durchmesser der Oeffnung cm	35,7	14	50	200	150	71	8
Fläche der Oeffnung qcm	1000	153,9	1963,5	31416	17672	3959,2	25
Durchmesser des Netzes oben cm	98,5	40	50	200	150	98,5	
Durchmesser des Netzes unten cm	20	6	10	20	20	20	
Peripherie des Netzes oben cm	309,5	125,7	157,1	682,3	471,2	309,5	
Peripherie des Netzes unten cm	62,8	28,3	31,4	62,8	62,8	62,8	
Halber Winkel α an der Spitze des Netzkegels	15° 30′	9° 50′	13°	19°	19°	13° 45′	
Seitenlänge d. ganzen Kegels, Radius d. Musters cm	184,3	118	111,1	307,2	230,4	207,2	
Seitenlänge d. abgestumpft. Kegels u. d. Musters cm	146,9	100	88,8	276,5	199,6	165,1	
Fläche des Netzmantels qcm	27344	7226	11508	95527	53311	30731	
Netzfläche des Eimers qcm	1005,2	130	416,3	1005,2	1005,2	1005,2	
Netzfläche des Eimers mal cos . α	969,4	128,1	405,9	950,4	950,4	976,4	
Netzfläche »N« qcm	28313,4	7354,1	11913,9	96477,4	54261,4	31707,4	45000
Nr. der Müllergaze	20	20	19	3	3	3	15
Zeugbedarf bei 102 cm Breite, cm	452	130	200	1250	737	510	450
Schutznetz, halber Winkel an der Spitze	15° 15′		12° 45′	18° 45′	18° 45′	13° 30	
Fadendicke der Baumwolle	$^{12}/_{15}$ T		$^{12}/_{15}$ T	$^{12}/_{18}$ T	$^{12}/_{18}$ T	$^{12}/_{18}$ T	
Maschenseite cm	2		2	2	2	2	
Peripherie	300		150	600	459	300	
Ganze Seitenlänge	181,3		109	297	221	204,3	
Seite des dichten Konus	64	23,8				60	
Halber Winkel an der Spitze des dichten Konus	27°	33°				13° 15′	
Kosten des Gestells am Eingang Mk.	27	1,90		85	60	26	
Kosten des Eimers Mk.	141	21,75	57	141	141	141	
Kosten der Ringe über dem Eimer Mk.	34		13	34	34	34	
Macherlohn des Netzes mit Zuthaten Mk.	26				34,80	25,50	
Schutznetze Mk.	5,20				9	5,20	
Kiste Mk.	16	?	?	?	8	16	?

Die Eimer habe ich neuerdings mit weitmaschigem Drahtgitter umgeben, damit nicht durch unglücklichen Griff eines Matrosen die Gaze zerstört werden könne.

Die Zug- und Druckfedern, die über den Netzen zur Mässigung der Stösse anzubringen sind, kosten 5 M. Ich beziehe sie von Siecke und Schultz, Berlin C., Neue Grünstrasse 25 b.

Nach einer soeben erfolgten Mittheilung über die ersten Kampagnen der Prinzesse Alice ist es dem Fürsten Albert von Monaco geglückt, mit seiner Reuse bis zu 4000 m Tiefe erfolgreich zu fischen. Bei der Besprechung dieser Reuse hatte ich Bedenken geäussert, ob die Verwendung des Apparats in oceanischer Tiefe gelingen werde.

Die bei der Untersuchung des Fanges sehr störenden Fäden im Fang rühren zum Theil von den Splissen im Tauwerk über dem Netz her. Es wird richtig sein, alle solche Stellen mit Theer oder Farbe vor dem Ausrauhen zu schützen, oder, wenigstens am Netz, das Seil durch Drahtseil zu ersetzen.

Hr. G. Buchet (**41**) beschreibt ein neues Horizontalnetz für das Fischen bei rascher Fahrt. Die Buchstabenbezeichnungen der Figuren sind recht ungenügend korrigirt, sodass ich die Einrichtung nicht ganz verstehe. Vor dem Netz liegt ein Holzkörper, der, ähnlich wie bei

meinem Korbnetz, den Einstrom des Wassers beschränkt. Darauf folgt der eigentliche Netzapparat, der in einem Hohlcylinder von Eisenblech das Netz aus Müllergaze trägt. Der Verfasser scheint meine bezüglichen Einrichtungen nicht zu erkennen, obgleich er den Ausdruck »Plankton« gebraucht. Ich glaube nicht, dass sein Cylinder entwicklungsfähig ist. —

Ich habe es unterlassen, in dieser Arbeit auf meine früheren Versuche (**42**) über die Vertheilung schwimmender Körper im Meere zurückzukommen, weil ich nur mit Gefässen experimentiren konnte, die eine, wenn auch relativ kleine Fläche dem Winde darboten und die jedenfalls alle hart an der Oberfläche trieben. Es wäre nothwendig gewesen mit Körpern zu operiren, die sich wechselnd in verschiedenen Tiefen zu halten vermögen, und diesem Erforderniss experimentell zu genügen ist sehr schwierig. In der Nordsee wurde in diesem Jahr die Larve eines Seesterns — *Luidia Sarsii* — in 16 Fängen und im Mittel mit 7 Exemplaren gefangen, nur 9 Fänge von allen in jener Gegend gemachten Fängen und Stationen brachten keine der Larven. In allen diesen Bipinnarien war der Stern ganz oder fast völlig ausgebildet. Nach den vorliegenden Erfahrungen über die Larve des *Asterakanthion rubens (Brachiolaria)* des Kieler Hafens dauert die Larvenperiode dieses Seesterns im Sommer sicher volle zwei Monate. Ich habe sie (**43**) am 8. Mai beobachtet und fing sie noch (**9 B**, Tabelle des Fangverzeichnisses V, Fahrt 36 und 37) in grosser Menge reif am 2. und 6. August. Die *Luidia* ist eine mindestens ebenso grosse Larvenform als die Brachiolarie, ich halte es daher für sicher, dass sie, als sie im Winter gefangen wurde, schon zwei Monate getrieben haben muss[1]). Diese Larve wurde in gegen 125 Exemplaren in der östlichen Nordsee zwischen 57° und 58° 30′ N. Br., in der westlichen Nordsee zwischen 55° 30′ bis in die Höhe von 58° 30′ gefangen, südlicher kam sie nicht vor. In derselben geographischen Verbreitung ist das Vorkommen von *Luidia ciliaris* (Phil.) durch die Fahrt der Pommerania (**44**) und in einem Fall durch die Untersuchung von Heincke (**45**) nachgewiesen worden.

Hier haben wir also eine Erfahrung über die Zerstreuung von im Meere treibenden Organismen, die dahin geht, dass diese sich in der Zeit von mindestens zwei Monaten nicht erheblich, d. h. nicht etwa hunderte von Seemeilen über den Ort ihrer Entstehung hinaus (es wehten im Winter viel nördliche Winde!) ausgebreitet haben. Auch noch andere an dem auf dieser Fahrt gewonnenen Material zu machende Beobachtungen sprechen in diesem Sinn. Für die Methodik lege ich auf dies Verhalten Gewicht, weil es zeigt, dass man aus dem Vorkommen jugendlicher Larven von Bodenbewohnern in dem Plankton auf das Vorkommen geschlechtsreifer Formen am Boden einen Rückschluss machen kann, und wohl leichter über diese nach Vorkommen und vielleicht auch nach Dichte durch quantitative Planktonuntersuchungen in verschiedenen Jahreszeiten ein Urtheil gewinnen wird, als durch direkte Befischung des Grundes, der sich, wie Heincke (**46**) nachgewiesen hat, ohne mannigfaltige Befischungsweise, manche Formen entziehen können.

[1]) Hr. Mortensen, der unsere Echinodermenlarven bearbeitet, hat die Diagnose für die *Luidia Sarsii* gestellt. Nach seiner freundlichen Mittheilung sind diese Larven an der norwegischen Küste von Sars bei Bergen im Mai, von Koren und Danielsen im September und in Menge im Oktober gefangen worden. Die Laichzeit scheint daher recht verschieden zu liegen, aber wir hatten ausschliesslich beinahe gleich alte und zwar sehr alte Larven.

Anhang I.

Zeit: 9. bis 16. April 1892 (8 Tage).

Art der Untersuchung	Vergrösserung: System	Verdünnung	Nr.	Wahres Maass ccm	Summirung ccm	Koefficient	Gebrauchtes Maass	Art der Untersuchung	Vergrösserung: System	Verdünnung	Nr.	Wahres Maass ccm	Summirung ccm	Koefficient	Gebrauchtes Maass
feucht trocken	IV/VII	überall gleich	1	0,1		250	0,1	feucht	IV	überall gleich	8	0,5	1,7	14,7	0,5
f. tr.	IV/VII	»	2	0,1	0,2	125	»	»	IV	»	9	0,5	2,2	11,4	»
»	IV/V	»	3	0,1	0,3	83,3	»	»	IV	»	10	0,5	2,7	9,26	»
»	IV/VI*	»	4	0,1	0,4	62,5	»	»	IV	»	11	1,0	3,7	6,76	1
»	IV/VI	»	5	0,1	0,5	50	»	»	III	»	12	1,0	4,7	5,32	»
»	IV/V	»	6	0,2	0,7	35,7	0,2	»	III	»	13	1,0	5,7	4,39	»
feucht	IV	»	7	0,5	1,2	20,8	0,5	»	III/II	»	14	17,3	23	1,09	»

Abgenommen zu qualitativer Untersuchung . . . . 2 ccm
» und verloren Platte 10 . . . . 0,5 »
Verlust an Trockenzählungen . . . . 0,7 »
Summe: 3,2 ccm.

Bleibt Material 25 — 3,2 = 21,8 ccm.

Schleimpräparat — —: ist eingetragen!

Extra ausgesammelt:

Oscillarienbündel	3	Ist eingetragen!
Radiolarienkolonien	5	
Davon *Sphaerozoon*	3	
Siphonophoren	7	
Sagitten	14	
Polychaeten	1	
Copepoden	34	
Amphipoden	1	
Ostracoden	4	
Blastozoe (Doliolum)	1	
Oikopleura	1	

Plankton-Nr. 38. Untersucher: Apstein, Lohmann, Gastreich. Volumen: . 2 ccm verdünnt auf 25 ccm. Zeitdauer der Zählung: 75 Stunden.

Ganze Masse	Gezählte Masse	Namen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Summe	Nr. der Zählungen	Multiplikator
		Untersucher:	L.	G.	A.	L.	G.	A.	L.	G.	L.	G.	L.	A.	G.	Rest			
		Maass:	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	17,3			
	13209	**Chaetoceros**, alle	58,5	54,5	38	66	51	102	?	.	.	.	.	.	.	.	370	1—6	35,7
	4320	» Korb	28,5	10,5	9	21,5	12,5	39	?	.	.	.	.	.	.	.	121	»	»
	2178	» Ovallücke	6,5	15,5	3,5	16,5	10	9	?	.	.	.	.	.	.	.	61	»	»
	196	» *messanensis*	1	0	3	1,5	0	0	?	.	.	.	.	.	.	.	5,5	»	»
	1821	» Grosslücke	15	8	5,5	5	2	15,5	?	.	.	.	.	.	.	.	51	»	»
	559	» *concretum*	1	1	0	1,5	3,5	8,5	?	.	.	.	.	.	.	.	15,5	»	»
	1196	» *rostratum*	3	4,5	2	11	0	13	?	.	.	.	.	.	.	.	33,5	»	»
	107	» Schmallücke	0	0	0	3	0	0	?	.	.	.	.	.	.	.	3	»	»
	446	» ohne Lücke, klein	0	6	4	1,5	1	0	?	.	.	.	.	.	.	.	12,5	»	»
	einige	» ohne Lücke, gross	0	0	0	1	0	0	?	.	.	.	.	.	.	.	1	»	»
	71	» *peruvianum*	0	0	1	0	1	0	?	.	.	.	.	.	.	.	2	»	»
	e.	» *boreale*	0	0	0	1	0	0	?	.	.	.	.	.	.	.	1	»	»
	339	» Punktlücke, *concretum*	0	2	7,5	0	0	0	?	.	.	.	.	.	.	.	9,5	»	»
	196	» Quadratlücke	0	0	0	0	5,5	0	?	.	.	.	.	.	.	.	5,5	»	»
	643	» Zeichnung	0	0	0	0	6	12	?	.	.	.	.	.	.	.	18	»	»
	1250	» unerkannt	3,5	7	2,5	2,5	9,5	10	?	.	.	.	.	.	.	.	35	»	»
	(18)	**Rhizosolenia** *lata*	0	.	.	.	0	0,5	?	.	.	.	.	.	.	.	0,5	»	»
	(18)	» Spitzhorn	0	.	.	.	0	0,5	?	.	.	.	.	.	.	.	0,5	»	»
	14	» *gigantea*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0,5	1,5	0,5	10,5	13	1—14	1,09
	50	» *crassa*	0,5	0	.	.	.	0	0,5	0,5	4,5	1	3	0,5	1	?	11,5	1—13	4,39
	447	» *calyptera*	1	1,5	1	2,5	3	3,5	?	.	.	.	.	.	.	.	12,5	1—6	35,7
	375	» *styliformis*, klein	0	0	3,5	0,5	2	4,5	?	.	.	.	.	.	.	.	10,5	»	»
	e.	» *styliformis I*	0	0	1	0	.	0	?	.	.	.	.	.	.	.	1	»	»
	e.	» Nadel	0	.	0	0,5	0	0	?	.	.	.	.	.	.	.	0,5	»	»
	(54)	» *calcar avis*	0	0	1	0	0	0,5	?	.	.	.	.	.	.	.	1,5	»	»
	982	» alle	1,5	1,5	6,5	3,5	5	9,5	?	.	.	.	.	.	.	.	27,5	»	»
	71	**Bacteriastrum**, Langstachel	0	.	0	2	0	0	?	.	.	.	.	.	.	.	2	»	»
	71	» Endzelle, Stück	1	0	.	.	0	1	?	.	.	.	.	.	.	.	2	»	»
	71	» *furcatum*	0	0	1,5	0	0	0,5	?	.	.	.	.	.	.	.	2	»	»
	179?	» alle	1	0	1,5	2	0	1,5	?	.	.	.	.	.	.	.	5	»	»
	214	**Dactyliosolen**, *porosum*	1,5	0	2	2,5	0	0	?	.	.	.	.	.	.	.	6	»	»
	1428	» *alternans*	2	8,5	7,5	5	6,5	10,5	?	.	.	.	.	.	.	.	40	»	»
	161	» *robustum*	0	0	2,5	0	0	2	?	.	.	.	.	.	.	.	4,5	»	»
	1803	» alle	3,5	8,5	12	7,5	6,5	12,5	?	.	.	.	.	.	.	.	50,5	»	»
	e.	**Pyxilla** *baltica*	0	1	0	.	.	0	?	.	.	.	.	.	.	.	1	»	»
	1150	**Synedra** *Holsatiae*	6	7	1	4	5	?	.	.	.	.	.	.	.	.	23	1—5	50
	e.	» mittellang	0	0	1	0	0	0	?	.	.	.	.	.	.	.	1	1—6	35,7
	71	» lang	1	0	1	0	.	0	?	.	.	.	.	.	.	.	2	»	»
	2321	**Hemiaulus**, Langhorn	12,5	13	3	6	9,5	21	?	.	.	.	.	.	.	.	65	»	»
	268	» *dubius*	0	1	1	1,5	2	2	?	.	.	.	.	.	.	.	7,5	»	»
	2585	» alle	12,5	14	4	7,5	11,5	23	?	.	.	.	.	.	.	.	72,5	»	»
	57	**Euodia**	1	0	0	1	1	0	1	3	0	2	1	2	1	?	13	1—13	4,39
	29	**Coscinodiscus**, gross	1	0	.	.	.	0	1	0	?	.	.	.	.	.	2	1—8	14,7
	132	» mittelgross	2	2	0	1	2	0	2	?	.	.	.	.	.	.	9	»	»
	e.	» klein	0	.	.	0	1	0	0	?	.	.	.	.	.	.	1	»	»
	176	» alle	3	2	0	1	3	0	3	?	.	.	.	.	.	.	12	»	»
	192	**Gossleria**	1	2	2	0	1	2	6	3	?	.	.	.	.	.	17	1—9	11,4
	27	Sonne, einfach	1	0	.	.	.	.	.	1	0	1	?	1	?	.	4	1—10, 12	6,76
	v.	gestrichelte Scheibe	0	.	.	.	.	.	1	0	.	0	?	.	.	.	1	1—10	9,26
	187	**Asteromphalus**, 7 strahlig	2	1	0	0	3	0	3	?	.	.	.	.	.	.	9	1—7	20,8
	104	» 14 strahlig	0	0	4	0	1	0	0	?	.	.	.	.	.	.	5	»	»
	v.	» 12 »	0	0	1	0	.	.	0	?	.	.	.	.	.	.	1	»	»
	41	» 16 »	0	.	.	.	.	2	0	?	.	.	.	.	.	.	2	»	»
	62	» 13 »	0	.	.	.	.	.	3	?	.	.	.	.	.	.	3	»	»
	416	» alle	2	1	5	0	4	2	6	?	.	.	.	.	.	.	20	»	»
	71	**Climacidium**	0	0	2	0	.	0	?	.	.	.	.	.	.	.	2	1—6	35,9
	750	**Naviculaceen**	2	6	1	4	2	?	.	.	.	.	.	.	.	.	15	1—5	50
	e.	*Orthosira*	0	0	1	0	0	0	?	.	.	.	.	.	.	.	1	1—6	35,7
	71	*Melosira*	0	1	0	0	1	0	?	.	.	.	.	.	.	.	2	»	»
	250	*Coconcis*	2	1	0	2	1	1	?	.	.	.	.	.	.	.	7	»	»
	v.	**Obliquodiscus**	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	?	1	1—13	4,39
	1107	**Halosphaera**	13	16	10	8	15	19	?	.	.	.	.	.	.	.	31	1—6	35,7

Ganze Masse	Gezählte Masse	Namen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Summe	Nr. der Zählungen	Multiplikator
		Untersucher:	L.	G.	A.	L.	G.	A.	L.	G.	L.	G.	L.	A.	G.	Rest			
		Maass:	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	17,3			
	18900	**Oscillarienfäden**	70	93	67	74	74	?	.	.	.	.	.	.	.	.	378	1—5	50
	11	» Oscillarienhaufen	0	.	.	.	.	.	.	0	1	1	0	.	0	8	10	1—11	1,09
4	3 + 1	» Oscillarienbündel	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	»	»
	1	» Oscillarien in Schleim . .	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	»	»
	v.	» Oscillarie-Figur	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	0	?	1		
	2	» *Rivularia*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	2	1—14	»
	179	» Stäbchen	0	3	0	0	4	1	?	.	.	.	.	.	.	.	5	1—6	35,7
		Radiolarien.																	
	22	**Phaeodarien,** *Medusetta* . .	0	.	.	.	0	3	0	.	.	.	0	2	0	?	5	1—13	4,39
	2	» *Aulactinium*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	0	0	1	2	1—14	1,09
	3?	» *Challengeria xiphodon* .	0	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	0	1?	3	»	»
	2249	**Spumellarien, alle**	7	9	3	7	11	26	?	.	.	.	.	.	.	.	63	1—6	35,7
	1285	» Sphaeroideen	4	4	3	5	4	16	?	.	.	.	.	.	.	.	36	»	»
	1035	» Astrosphaeriden	3	4	2	4	3	13	?	.	.	.	.	.	.	.	29	»	»
	4	» Cladococcen	1	0	.	.	.	0	?	.	.	.	?	1	?	1	3	1—6, 12, 14	1,3
	250	» *Heliosphaera*	?	?	1	?	?	2	?	.	.	.	.	.	.	.	3	3, 6	83,3
	27	» Cubosphaeriden	0	.	.	0	1	2	0	.	.	0	1	1	?	.	5	1—12	5,32
	107	» Liosphaeriden	0	0	1	1	0	1	?	.	.	.	.	.	.	.	3	1—6	35,7
	56	» Discoideen	0	.	.	.	0	2	2	0	1	1	?	.	.	.	6	1—10	9,26
	4	» *Trigonastrum*	0	.	.	.	.	.	.	0	1	1	1	0	0	1	4	1—14	1,09
	71	» Figur I	0	.	.	.	0	2	?	.	.	.	.	.	.	.	2	1—6	35,7
	v.	» Figur II	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	v.	.	.	—	»	»
	643	» Larcoideen	3	2	0	1	6	6	?	.	.	.	.	.	.	.	18	1—6	»
	71	» Figur	0	.	.	0	2	0	?	.	.	.	.	.	.	.	2	»	»
	108	» Prunoideen	0	3	0	1	1	2	1	2	2	1	3	?	.	.	16	1—11	6,76
	76	» Cyphoniden	0	?	0	1	1	0	1	2	2	1	3	.	.	.	11	1, 3—11	6,94
	16	» Panartiden	0	?	0	.	0	1	0	.	.	.	0	2	?	.	3	1, 3—12	5,43
	(5)	» Zygartiden	0	?	0	.	0	1	0	.	.	.	.	0	?	.	1	»	»
	1	» *Spongarus*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	1—14	1,09
	5284	**Nassellarien, alle**	23	12	14	24	21	54	?	.	.	.	.	.	.	.	148	1—6	35,7
	500	» Plectellarien	1	3	1	2	2	5	?	.	.	.	.	.	.	.	14	»	»
	143	» Ring-Figur	0	.	.	.	0	4	?	.	.	.	.	.	.	.	4	»	»
4788	4+4784	» Cyrtellarien	22	9	13	22	19	49	.	.	.	.	.	.	.	.	134	»	»
4674	4+4670	» *Cyrtoidea*	21	8	13	21	?	49	.	.	.	.	.	.	.	.	112	1—4, 6	41,7
1151	1+1150	» » *Monocyrtidae* . . .	7	?	2	7	?	7	.	.	.	.	.	.	.	.	23	1, 3, 4, 6	50
47	1 + 46	» » » *Litharachnium* .	0	.	.	1	1	0	0	2	0	?	.	.	.	.	4	1—9	11,4
1351	1+1350	» » *Dicyrtidae*	3	?	6	3	?	15	.	.	.	.	.	.	.	.	27	1, 2, 3, 6	50
25	1 + 24	» » » *Kalimithra* . .	0	0	0	0	0	1	3	0	0	?	0	1	0	?	5	1-9, 11-13	4,88
	1800	» » *Tricyrtidae* . . .	10	?	1	9	?	16	?	.	.	.	.	.	.	.	36	1, 3, 4, 6	50
	45	» » » *Eucecryphalus* .	2	0	.	.	.	0	1	0	1	.	.	.	.	.	4	1—9	11,4
	400	» » *Stichocyrtidae* . . .	1	?	2	2	?	3	?	.	.	.	.	.	.	.	8	1, 3, 4, 6	50
	18	» Spyroiden	1	1	0	0	?	0	?	0	.	.	0	1	?	.	3	1-4, 6, 8-12	6,1
	41	» Bothryoiden	0	.	0	1	?	0	?	.	.	.	.	.	.	.	1	1—4, 6	41,7
	5	» » *Carpocranium* . . .	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	?	.	1	1—12	5,32
	707	**Acantharia**	0	4	1	0	10	12	7	?	.	.	.	.	.	.	34	1—7	20,8
	541	» rund	0	4	1	0	9	8	4	?	.	.	.	.	.	.	26	»	»
	146	» *Amphilonche*	0	.	.	0	1	3	3	?	.	.	.	.	.	.	7	»	»
	7	» Kreuz	0	.	.	.	.	.	0	1	0	.	0	.	.	.	1	1—11	6,76
	9	» Figur	0	.	.	.	0	1	0	.	.	0	?	.	.	.	1	1—10	9,26
53 Col.	5+48/2437	**Koloniebildende Radiolarien**	5	2	0	5	1	3	8	4/47	5	2/107	1/33	2/242	?	.	9/458	1—12	5,32
	59	» *Acrosphaera*	5	1	0	3	0	.	.	.	0	1	1	0	?	.	11	»	»
	16	» *Clathrosphaera*	0	1	0	0	1	0	1	0	.	.	.	0	?	.	3	»	»
28 Col.	3 + 25/617	» *Sphaerozoum*	0	0	Br.	2	0	3	6	4/47	3	2/105	15	2/242	?	14/121	22/541	1—12, 14	1,14
	16	» *Collosphaera*	0	.	.	.	.	0	1	0	2	0	.	0	?	.	3	1—12	5,32
	1 C.+(5)	» *Siphonosphaera*	0	.	.	.	.	.	.	.	0	1	0	0	?	.	1	»	»
	5/85	» *Collozoum*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1/17	0	?	.	1/17	»	»
	273	Globigerinen	2	2	1	3	2	3	5	4	2	?	.	.	.	.	24	1—9	11,4
	2	Entwicklungsstadien v. Rad. .	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	2	0	.	0	2	1—14	1,09
	130	Taxopod	0	1	3	1	0	2	1	4	0	2	?	.	.	.	14	1—10	9,26
	6/5500	*Karchesium*-Kolonie	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1/1100	5/4400	6/5500	1—14	1,09
	9838	**Tintinnen, alle**	30	33	40	32	45	88	?	205	?	.	.	.	.	.	473	1—6, 8	20,8
	3453	» lanzenförmige, alle .	10	9	13	12	16	41	?	65	?	.	.	.	.	.	166	»	»
	2995	» ζ	8	7	7[1]	10	13	39	?	60	?	.	.	.	.	.	144	»	»
	250	» *n*	2	1	4[2]	2	0	2	?	1	?	.	.	.	.	.	12	»	»
	125	» *y*	0	1	1	0	.	0	?	4	?	.	.	.	.	.	6	»	»
	62	» *kg*	0	0	1	0	2	0	?	0	?	.	.	.	.	.	3	»	»

Ganze Masse	Gezählte Masse	Namen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Summe	Nr. der Zählungen	Multiplikator
		Untersucher:	L.	G.	A.	L.	G.	A.	L.	G.	L.	G.	L.	A.	G.	Rest			
		Maass:	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	17,3			
	(21)	**Tintinnen**, lanzenförmige, *f*	0	.	.	0	1	0	?	0	?	.	.	.	.	.	1	1—6, 8	20,8
	(4)	» *b. hastatus*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	?	1	1—13	4,39
	9	» nicht lanzenförmig o	0	.	.	.	.	.	.	.	.	1	?	.	.	.	1	1—10	9,26
	44	» 11	0	.	.	.	.	.	.	3	?	.	.	.	.	.	3	1—8	14,7
	37	» *annulatus*	0	0	1	0	.	.	.	0	1	2	?	.	.	.	4	1—10	9,26
	1000	» *claparedi*	5	3	1(1)	5	7	6(1)	15	26	?	.	.	.	.	.	68	1—8	14,7
	48	» *codonella*	0	0	.	.	.	0	2	1	0	3	1	2	?	.	9	1—12	5,32
	353	» Wendeltreppe	1	3	0	0	4	4	0	12	?	.	.	.	.	.	24	1—8	14,7
	426	» *w*	0	1	3(3)	1	3	2(1)	11	8	?	.	.	.	.	.	29	»	»
	250	» *hyalinus*	1	0	0	2	1	0	5	8	?	.	.	.	.	.	17	»	»
	319	» *r*	1	0	1	1	2	4	7	9	5	7	12	11	?	.	60	1—12	5,32
	37	» *z*	0	0	1	0	.	.	0	1	0	0	3	2	?	.	7	»	»
	1911	» *d*	8	6	12	7	6	16(1)	37	38	?	.	.	.	.	.	130	1—8	14,7
	412	» *λ*	2	2	1	0	1	3	12	7	?	.	.	.	.	.	28	»	»
	147	» *t*	1	0	.	.	.	0	2	7	?	.	.	.	.	.	10	»	»
	176	» *acuminatoides*	1	2	4(2)	0	0	1	1	3	?	.	.	.	.	.	12	»	»
	544	» Korb *x*	0	5	2	4	2	7	3	14	?	.	.	.	.	.	37	»	»
	103	» *ξ*	0	1	0	0	1	1	1	3	?	.	.	.	.	.	7	»	»
	39	» *y*	0	1	0	.	0	1	3	0	0	?	0	?	.	.	5	1—9, 11	7,81
	(15)	» 13	0	0	1	0	.	.	.	0	?	.	.	.	.	.	1	1—8	14,7
	106	» *ε*	0	.	.	0	1	0	1	4	2	4	4	4(1)	?	.	20	1—12	5,32
	62	» *Fraknoi*	0	.	.	0	1	2	0	5	?	.	.	.	.	.	8	1—8	7,81
	20	*Dictyocysta templum*	1	0	.	.	.	.	.	0	1	1	0	?	.	.	3	1—11	6,76
	34	» *elegans*	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	?	.	.	5	»	»
	13	» *Moebii*	0	.	.	.	0	1	0	.	0	1	0	?	.	.	2	»	»
	998	**Cysten**, alle	8	2	5	4	4	0	25	?	.	.	.	.	.	.	48	1—7	20,8
	770	» Sporen	8	2	0	4	4	0	19	?	.	.	.	.	.	.	37	»	»
	9/45	» grosse Sporen in Membr.	0	0	1/5	0	.	.	.	.	.	0	?	.	.	.	1/5	1—10	9,26
	8/56	» Zwillingssporen in Gallert	0	.	.	.	.	0	1/6	0	.	.	0	1/8	0	?	2/14	1—13	4,39
	13	» Sterncyste	0	.	.	.	.	.	.	0	1	0	0	2(1)	0	?	3	»	»
	739	*Pyrocystis*, alle	1	3	4	4	2	3	12	27	20	13	27	23	?	.	139	1—12	5,32
	325	» rund	0	2	1	1	2	0	6	8	6	3	17	15	?	.	61	»	»
	154	» *fusiformis*	1	1	1	1	0	1	3	4	6	5	2	4	?	.	29	»	»
	79	» halbmondförmig	0	0	1	0	.	0	1	2	1	2	4	4	?	.	15	»	»
	181	» Figur	0	0	1	2	0	2	2	13	7	3	4	0	?	.	34	»	»
	5105	Copepodeneier, alle	5	12	9	38	53	26	?	.	.	.	.	.	.	.	143	1—6	35,7
	607	isolirte Eier	1	6	2	3	1	4	?	.	.	.	.	.	.	.	17	»	»
	(36)	mit Membran, gross	0	0	1	0	.	0	?	.	.	.	.	.	.	.	1	»	»
	571	mit Membran, klein	1	6	1	3	1	4	?	.	.	.	.	.	.	.	16	»	»
	250/2646	Eiersäcke	0	1/6	1/7	1/30	3/52	3/22	2/16	6/47	?	.	.	.	.	.	17/180	1—8	14,7
	11/44	Eihaufen	0	.	.	.	.	0	1/4	0	?	0	?	.	.	.	1/4	1—8, 10	11,4
	28/111	Eischnüre	1/4	0	0	1/5	0	0	1/3	0	.	0	?	.	.	.	3/12	1—10	9,26
	395	Andere Eier, alle	4	1	0	2	1	0	11	?	.	.	.	.	.	.	19	1—7	20,8
	6/57	Malakostrakenei	0	.	0	1	0	0	3	?	1/5	0	0	1	0	?	1/10	1—13	5,7
	166	Lamellibranchenei	0	.	0	1	0	0	7	?	.	.	.	.	.	.	8	1—7	20,8
	(21)	Molluskenei	0	.	.	.	.	0	1	?	.	.	.	.	.	.	1	»	»
	11	Statoblast	0	.	.	0	1	0	.	.	.	0	1	0	0	?	2	1—13	5,7
	88	*Ceratium curvicorne*, alle	0	.	.	0	1	1	2	2	?	.	.	.	.	.	6	1—8	14,7
	88	» *a*	0	.	.	0	1	1	2	2	?	.	.	.	.	.	6	»	»
	13	» *i*	0	.	.	.	.	.	.	0	1	0	1	0	1	?	3	1—13	4,39
	147	» *incurvatum*, 11	0	.	.	.	0	1	9	0	?	.	.	.	.	.	10	1—8	14,7
	1/2	» Kette von Knickhorn	0	.	.	.	.	.	.	.	0	1/2	0	.	.	0	1/2	1—14	1,09
	16	» Knickhorn	0	.	.	.	.	.	.	.	0	2	0	?	1	?	3	1—11, 13	5,37
	2205	» 18—20, alle	8	10	5	9	8	21	38	51	?	.	.	.	.	.	150	1—8	14,7
	147	» 19d	3	1	0	.	0	1	0	5	?	.	.	.	.	.	10	»	»
	1103	» 20	4	4	2	7	5	8	14	31	?	.	.	.	.	.	75	»	»
	456	» 20b	1	3	1	2	2	7	7	8	?	.	.	.	.	.	31	»	»
	132	» 20c	0	2	0	.	.	.	0	7	?	.	.	.	.	.	9	»	»
	353	» 19c	0	0	2	0	0	5	17	0	?	.	.	.	.	.	24	»	»
	(15)	» 19	0	.	.	0	1	0	.	0	?	.	.	.	.	.	1	»	»
	(5)	» 5	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	?	0	?	1	1—11, 13	5,37
	18	» Schaufel	0	.	.	.	.	.	0	1	0	0	2	0	1	?	4	1—13	4,39
	59	» *lunula*, 4	0	.	.	0	1	0	0	3	?	.	.	.	.	.	4	1—8	14,7
	18	» Pinsel	0	.	.	.	.	0	1	2	0	1	0	.	0	?	4	1—13	4,39
	(15)	» 32	0	.	.	.	.	0	1	0	?	.	.	.	.	.	1	1—8	14,7
	2073	» *lunula*, Hängeohr 33	7	9	11	12	11	20	29	42	?	.	.	.	.	.	141	»	»

Ganze Masse	Gezählte Masse	Namen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Summe	Nr. der Zählungen	Multiplikator
		Untersucher: *Maass:*	L. 0,1	G. 0,1	A. 0,1	L. 0,1	G. 0,1	A. 0,2	L. 0,5	G. 0,5	L. 0,5	G. 0,5	L. 1	A. 1	G. 1	Rest 17,3			
	338	*Ceratium lunula*, I	2	0	2	5	0	0	14	0	?	.	.	.	.	.	23	1—8	14,7
	838	» 9b	4	3	5	7	5	6	13	14	?	.	.	.	.	.	57	»	»
	(15)	» 33b	1	0	.	.	.	.	.	0	?	.	.	.	.	.	1	»	»
	59	» 3	0	1	0	0	1	0	0	2	?	.	.	.	.	.	4	»	»
	147	» 2	0	1	2	0	.	0	2	5	?	.	.	.	.	.	10	»	»
	617	» *curvicorne*	0	4	4	0	4	13	0	17	?	.	.	.	.	.	42	»	»
	15/44	» 31	0	.	.	.	0	1/2	1	0	?	.	.	.	.	.	1/3	»	»
	29	» 30	0	.	0	2	0	.	.	0	?	.	.	.	.	.	2	»	»
	132	» Steifhorn	0	0	1	1	2	0	1	4	?	.	.	.	.	.	9	»	»
	132	» schlecht erhalten	0	2	0	.	0	2	1	4	?	.	.	.	.	.	9	»	»
	88	» Ruderhorn	1	0	0	2	0	1	2	0	?	.	.	.	.	.	6	»	»
	26	» Hand	1	0	.	0	1	0	1	0	.	.	.	0	3	?	6	1—13	4,39
	(15)	» 12	1	0	.	.	.	.	.	0	?	.	.	.	.	.	1	1—8	14,7
	617	» 26	1	3	3	1	2	8	4	20	?	.	.	.	.	.	42	»	»
	5615	*Ceratium tripos*, alle	19	24	22	27	25	56	90	119	?	.	.	.	.	.	382	»	»
	136	*Ceratium limulus*, alle	0	3	1	3	0	0	2	2	5	4	5	2	4	?	31	1—13	4,39
	27	» » gefeldert	0	?	0	.	.	.	0	2	0	2	1	?	0	?	5	1,3—11,13	5,43
	1926	*Ceratium fusus*, alle	4	4	7	4	11	23	30	48	?	.	.	.	.	.	131	1—8	14,7
	34	» » *curvatum*	0	.	.	.	0	2	0	1	?	0	.	.	.	.	3	1—8, 10	11,4
	27	» » *gravidum*	0	.	.	.	.	.	0	2	0	.	0	?	1	?	3	1—11, 13	5,37
	192	» » *bicorne*	1	0	.	0	2	1	?	5	?	2	?	.	.	.	11	1—6, 8, 10	14,7
	541	» » lang	1	2	3	1	2	3	?	14	?	.	.	.	.	.	26	1—6, 8	20,8
	80	» » *bicorne*, krumm	0	2	0	.	.	0	1	2	?	2	?	.	.	.	7	1—8, 10	11,4
	1186	» » typisch klein	2	0	4	3	7	17	?	24	?	.	.	.	.	.	57	1—6, 8	20,8
	30	*Ceratium folium*, alle	0	.	.	.	.	0	2	1	0	0	1	1	2	?	7	1—13	4,39
	(4)	» » *floridanum*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	0	0	?	1	»	»
	(4)	» » *sacculum*	0	.	.	.	.	0	1	0	.	.	.	.	0	?	1	»	»
	15	» » *neapolitanum*	0	.	.	.	.	0	1	1	0	0	1	0	1	10	14	1—14	1,09
	(4)	» » *horridum*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	0	1	?	1	1—13	4,39
	65	*Ceratium furca*, alle	0	.	0	1	0	0	3	0	0	3	?	.	.	.	7	1—10	9,26
	(9)	» *furca fusiforme*	0	.	0	1	0	.	.	.	.	0	?	.	.	.	1	»	»
	37	» *furca* 3	0	.	.	.	0	1	0	.	0	3	?	.	.	.	4	»	»
	148	*Ceratium candelabroides*	0	1	0	0	1	0	5	1	?	5	?	.	.	.	13	»	»
	111	» *candelabrum*	0	1	1	0	0	2	2	3	1	2	?	.	.	.	12	»	»
	4/9	» Kette davon	0	.	.	.	.	.	.	.	0	1/2	0	1/2	1/2	1/3	4/9	1—14	1,09
	(4)	*Ceratium*, Parallelhorn	0	.	.	.	0	1	0	.	.	.	.	.	0	?	1	1—13	4,39
	1/2	» 33a, Kette	0	.	.	.	.	.	.	0	1/2	.	.	.	0	0	1/2	1—14	1,09
	1/4	» 25	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	2 + 1/2	1/4	1—14	»
	1	» *curvicorne*, dick	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	»	»
1085	3 + 1082	*Peridinium divergens*, alle	7	4	1	6	7	6	21	?	.	.	.	.	.	.	52	1—7	20,8
	437	» I, klein	3	4	0	1	5	3	5	?	.	.	.	.	.	.	21	»	»
	62	» II	1	0	.	.	.	0	2	?	.	.	.	.	.	.	3	»	»
	312	» III	2	0	1	2	0	2	8	?	.	.	.	.	.	.	15	»	»
	166	» VI	0	.	0	1	2	1	4	?	.	.	.	.	.	.	8	»	»
	(21)	» IX	0	.	.	.	.	0	1	?	.	.	.	.	.	.	1	»	»
	62	» X	0	.	0	2	0	0	1	?	.	.	.	.	.	.	3	»	»
	(21)	» VIII	1	0	.	.	.	.	0	?	.	.	.	.	.	.	1	»	»
	v.	» VII	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	1—14	1,09
	46	*Peridinium* I	0	.	.	0	2	0	0	2	0	?	.	.	.	.	4	1—9	11,4
	206	» *globulus*	1	1	0	0	3	3	1	5	?	.	.	.	.	.	14	1—8	14,7
	230	» *novum*	2	2	0	1	0	6	3	2	4	2	?	?	12	?	34	1—10, 13	6,76
	74	» *horridissimum*	1	2	1	1	0	3	1	0	0	2	2	?	1	?	14	1—11, 13	5,32
	142	» Einhorn	1	1	2	0	0	1	2	2	3	3	?	?	6	?	21	1—10, 13	6,76
	74	» ovale	0	1	0	1	0	2	3	1	0	0	?	.	.	.	8	1—10	9,26
	54	» gefeldert	0	.	.	.	.	0	4	1	1	1	?	?	1	?	8	1—10, 13	6,76
	9	» Helm	0	.	.	.	.	.	.	.	0	1	0	0	1	?	2	1—13	4,39
	83	» unerkannt	0	.	.	.	.	0	4	?	.	.	.	.	.	.	4	1—7	20,8
	470	*Gonyaulax*	1	3	2	4	4	3	6	9	?	.	.	.	.	.	32	1—8	14,7
	1558	*Goniodoma*	6	3	7	8	6	15	38	23	?	.	.	.	.	.	106	»	»
	350	» mit 4 Stacheln	?	1	2	?	1	2	?	8	?	.	.	.	.	.	14	2, 3, 5, 6, 8	25
	61	*Clathrocysta*	1	0	0	1	0	1	1	0	2	0	3	?	.	.	9	1—11	6,76
	166	*Pyrophacus*	0	.	0	2	2	4	0	?	.	.	.	.	.	.	8	1—7	20,8
	1288	*Ornithocercus*, alle	4	10	3	5	6	19	23	22	?	21	?	.	.	.	113	1—8, 10	11,4
	1015	» *magnificus*	4	10	2	5	5	15	15	18	?	15	?	.	.	.	89	»	»
	264	» *splendidus*	0	0	1	0	1	4	8	4	4	6	11	?	.	.	39	1—11	6,76
	213	*Ceratocorys*	2	0	.	.	0	3	5	5	5	3	?	.	.	.	23	1—10	9,26

Ganze Masse	Gezählte Masse	Namen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Summe	Nr. der Zählungen	Multiplikator
		Untersucher:	L.	G.	A.	L.	G.	A.	L.	G.	L.	G.	L.	A.	G.	Rest			
		Maass:	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	17,3			
	88	*Dinophysis*, alle . . .	2	2	0	0	1	1	1	2	1	2	1	?	.	.	13	1—11	6,76
	(7)	» *uracantha*	1	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	?	.	.	1	»	»
	54	» *hastata*, schief . . .	1	1	0	0	1	0	0	2	1	1	1	?	.	.	8	»	»
	14	» *miles*	0	1	0	.	.	.	.	.	0	1	0	?	.	.	2	»	»
	(7)	» *hastata*	0	.	.	.	.	0	1	0	.	.	0	?	.	.	1	»	»
	(7)	» *rotundata*	0	.	.	.	.	1	0	.	.	.	0	?	.	.	1	»	»
	695	*Phalacroma*, alle . .	2	2	3	5	5	9	14	19	7	9	?	.	.	.	75	1—10	9,26
	(9)	» *rapa*	0	.	.	.	.	.	.	0	1	0	?	.	.	.	1	»	»
	583	» *operculat.*	2	1	3	5	4	4	13	18	5	8	?	.	.	.	63	»	»
	37	» mit Fortsatz	0	1	0	.	0	1	0	1	0	1	?	.	.	.	4	»	»
	37	» *armatum*	0	.	.	.	0	3	1	0	.	0	?	.	.	.	4	»	»
	28	» *hastatum*, schief . .	0	.	.	0	1	1	0	0	1	0	?	.	.	.	3	»	»
	(9)	*Podolampas bipes* . .	0	.	.	.	0	1	0	.	.	0	?	.	.	.	1	»	»
	(9)	» *palmipes*	0	.	.	.	0	1	0	.	.	0	?	.	.	.	1	»	»
	28	» *elegans*	0	.	0	1	0	0	1	0	1	0	?	.	.	.	3	»	»
	36	Platzpatrone	0	.	.	.	0	1(1)	?	.	.	.	.	.	.	.	1	1—6	35,7
	28	*Pyrgidium*, schief . .	0	.	.	.	0	1	1	0	1	0	?	.	.	.	3	1—10	9,26
	37	*Oxytoxum*	0	.	.	.	.	.	0	2	0	2	?	.	.	.	4	»	»
	(9)	» *novum*	0	.	.	.	.	.	0	1	0	0	?	.	.	.	1	»	»
	101	*Amphisolenia palmata*	0	0	2	0	0	2	3	3	2	1	?	2	?	.	15	1—10, 12	6,76
	8	» gegabelt	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	2	0	4	7	1—14	1,09
	71	*Dinopyxis*	0	.	.	.	0	2	?	.	.	.	.	.	.	.	2	1—6	35,7
	1499	*Cladopyxis*	4	2	2	7	10	17	?	.	.	.	.	.	.	.	42	»	»
	3800	**Dictyocha** *stap.*	4	14	11	28	19	?	.	.	.	.	.	.	.	.	76	1—5	50
	250	**Copepoden**, Eiersäcke alle	0	1	1	1	3	3	2	6	?	.	.	.	.	.	17	1—8	14,7
	2558	» darin Eier	0	6	7	30	52	22	16	41	?	.	.	.	.	.	174	»	»
	176	*Oithona*, Eiersäcke . . .	0	1	1	0	1	2	1	6	?	.	.	.	.	.	12	»	»
	1250	» darin Eier	0	6	7	0	8	13	10	41	?	.	.	.	.	.	85	»	»
	29/690	*Corycaeus*, Eiersäcke . .	0	.	.	0	2/44	0	.	0	?	.	.	.	.	.	2/44	»	»
	15/132	*Setella* » . . .	0	.	.	.	0	1/9	0	0	?	.	.	.	.	.	1/9	»	»
	15/441	*Oncaea* » . . .	0	.	0	1/30	0	.	.	0	?	.	.	.	.	.	1/30	»	»
	15/88	*Ectinosoma* »	0	.	.	.	.	0	1/6	0	?	.	.	.	.	.	1/6	»	»
18014	**57 + 17957**	Copepodenlarven, alle . .	68	70	70	55	81	159	?	.	.	.	.	.	.	.	503	1—6	35,7
	7650	Larven von *Oithona* . .	34	?	31	26	39	50	?	.	.	.	.	.	.	.	180	1, 3—6	42,5
	9053	» Calaniden	32	?	31	26	38	86	?	.	.	.	.	.	.	.	213	»	»
	374	» *Ectinosoma*	2	0	1	2	1	8	4	?	.	.	.	.	.	.	18	1—7	20,8
	63	» Figur I	0	?	2	0			0	?	.	.	.	.	.	.	2	1, 3, 4, 7	31,3
	686						3	15									33	1—7	20,8
	407	» Figur II	0	?	5	1			7	?	.	.	.	.	.	.	13	1, 3, 4, 7	31,3
	34	» *Euchaeta*	0	.	.	.	.	0	2	1	?	0	?	.	.	.	3	1—8, 10	11,4
10326	**31 + 34 + 10261**	Copepoden, erwachsen alle	37	37	31	35	45	111	199	203	?	.	.	.	.	.	698	1—8	14,7
9328	62 + 9266	» reif	31	32	25	?	37	95	185	189	?	.	.	.	.	.	594	1—3, 5—8	15,6
1079	3 + 1076	» jung	6	5	6	?	8	16	14	14	?	.	.	.	.	.	69	»	»
1964	9 + 1955	*Oithona*	1	4	7	10	7	25	46	33	?	.	.	.	.	.	133	1—8	14,7
3213	8 + 3205	*Oncaea*	14	10	8	13	13	37	65	58	?	.	.	.	.	.	218	»	»
883	1 + 882	*Ectinosoma*	0	3	3	2	3	11	9	29	?	.	.	.	.	.	60	»	»
	(4)	*Setella*	0	.	.	.	0	1	0	.	.	.	.	.	0	?	1	1—13	4,39
	44	*Mormonilla*	0	0	1	0	.	.	.	0	2	1	1	3	2	?	10	»	»
	101	*Calocalanus*	0	.	.	.	0	2	2	2	1	1	6	3	6	?	23	»	»
	470	*Paracalanus*	5	0	1	4	3	3	8	8	?	.	.	.	.	.	32	1—8	14,7
677	1 + 676	*Clausocalanus*	3	8	2	2	4	6	9	12	?	.	.	.	.	.	46	»	»
146	2 + 144	*Calanus*, alle	1	0	.	.	.	0	5	0	6	1	10	?	4	?	27	1—11, 13	5,32
	4	*Hemicalanus*	0	.	.	.	.	0	1	1	0	.	.	.	0	2	4	1—14	1,09
	41	*Leptocalanus*	0	.	.	.	.	0	1	1	2	2	2	2	4	25	39	»	»
	13	*Goniospylis*	0	.	0	1	0	.	.	0	1	1	0	.	0	?	3	1—13	4,39
	50	*Acartia*	0	.	.	.	.	0	1	0	5	0	5	2	1	32	46	1—14	1,09
36	1 + 35	*Leukartia*	0	.	.	.	.	.	0	2	2	1	0	1	2	?	8	1—13	4,39
43	9 + 34	*Calanus appressus* . . .	?	0	.	.	.	0	?	0	1	1	5	0	0	?	7	2—6, 8—13	4,9
56	7 + 49	» *tenuicornis*	?	0	.	.	.	0	?	0	4	0	4	0	?	.	8	2—6, 8—12	6,1
	12	» *vulgaris*	?	0	.	.	.	0	?	0	1	0	0	1	?	.	2	»	
11	**2 + 1 + 8**	*Euchaeta*	0	.	.	.	.	.	.	0	1	0	1	1	1	3?	7	1—14	1,09
	1	*Candace*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	0	.	0	1	»	»
	3	*Aëtidius*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	2	0	0	1	3	»	»
	(4)	*Calanus gracilis*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	0	0	?	1	1—13	4,39
	1	*Heterochaeta*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	0	1	1—14	1,09
	408	*Corycaeus*, alle	1	1	1	0	1	4	8	9	10	13	18	14	13	?	93	1—13	4,39

Ganze Masse	Gezählte Masse	Namen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Summe	Nr. der Zählungen	Multiplikator
		Untersucher:	L.	G.	A.	L.	G.	A.	L.	G.	L.	G.	L.	A.	G.	Rest			
		Maass:	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	17,3			
	v.	*Corycaeus rostratus*	?	1	?	0	0	?	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1 13	4,39
	v.	» jung	?	0	1	0	0	?	.	.	.	.	.	.	.	.	1	»	»
	1	*Lubbockia*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	1- 14	1,09
2	1 + 1	*Saphirina*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	»	»
	2 +	*Pleuromma*																	
	2 +	*Scolecithrix*																	
1348	10 + 1338	Copepoden, unerkannt . . .	6	6	2	3	6	4	30	34	?	.	.	.	.	.	91	1—8	14,7
136	4 + 132	**Ostracoden**	2	1	0	.	0	2	2	2	3	2	4	6	8	85	117	1—14	1,09
2	1 + 1	**Amphipoden**	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	»	»
	2	**Decapoden u. Schizopoden**	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	2	»	»
	2	**Cladoceren,** *Evadne*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0	0	1	2	»	»
868	3 + 865	**Appendicularien,** alle . .	1	4	4	3	5	11	13	21	23	17	26	?	.	.	128	1—11	6,76
164	1 + 1 + 162	» darunter *Oikopleura* .	0	0	1	2	3	3	4	3	0	4	4	?	.	.	24	»	»
515	1 + 514	» » *Fritillaria* . . .	1	1	3	1	0	6	7	9	23	6	19	?	.	.	76	»	»
102	1 + 101	Schwänze von Appendicul. .	0	1	0	0	1	1	1	5	0	4	2	?	.	.	15	»	»
	2	*Fritillaria glandulifera* . .	0	.	.	.	0	1	0	.	.	.	.	.	0	1	1	1—14	1,09
	v.	*Appendicularia*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	»	»
	v.	*Stegosoma*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	»	»
66	1 + 15 + 50	**Würmer,** alle	0	.	.	.	0	1	0	2	2	1	2	1	3	34	46	»	»
51	1 + 14 + 36	Sagitten	0	.	.	.	.	.	0	2	2	1	1	1	3	23	33	»	»
10	1 + 9	Polychaeten, alle	0	.	.	.	0	1	0	.	.	0	1	0	0	6	8	»	»
	4	» davon *Acicularia* . . .	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	0	0	3	4	»	»
	2	Tomopteriden	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	2	2	»	»
	97	**Schnecken**	1	0	1	1	0	2	3	1	1	2	3	1	6	?	22	1—13	4,39
	22	**Pteropoden,** alle	0	1	0	.	0	1	0	0	1	0	0	2	0	?	5	»	»
	22	*Limacina balea*	0	1	0	.	0	1	0	0	1	0	0	2	0	?	5	1—13	»
	4	langgetreckt	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	4	4	1—14	1,09
	75	*Cyphonautes*	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	6	3	?	17	1—13	4,39
	1	*Salpa*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	0	.	0	1	1—14	1,09
	3	*Doliolum*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0	2	3	»	»
	+ 1	*Blastozoon*	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0			
	4	*Craspedota*	0	.	.	.	.	.	1	0	.	.	.	.	0	3	4	»	»
10	+ 1 + 72	Siphonophoren	0	.	.	.	0	1	0	.	.	.	.	.	0	1	2	»	»
	v.	Knospenbüschel. Inh. v. Tricyrt.	0	.	.	.	.	.	0	1	?	0	.	.	.	0	1	1 13	4,39
	1	Unbekannt Fig. 1	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	1	1	1—14	1,09
	13	Unbekannt Fig. 2	0	.	.	.	.	0	1	0	0	1	0	1	0	?	3	1 13	4,39

Anhang II.

Wahrscheinl. Abweichung in Procenten	Gezählte Masse	Namen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Summe	Nr. der Zählungen	Multiplikator
		Pl. Nr. 4, 100 ccm																											
		Maasse	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1											
± 1,1	333344	Ceratium tripos	?	35	32	23	38	41	42	32	60	47	64	710	671	713	627	298	?	.	.	.	.	.	.	.	3433	1—16	97,1
		Mittel für 0,1 ccm = 333 .	.	350	320	**230**	380	410	**420**	320	300	235	320	355	336	357	314	298											
		Fehler am Mittel in Proc.	.	5	4	**31**	14	23	26	4	10	29	4	7	1	7	6	10											
± 1,38	233040	Ceratium fusus	?	25	19	19	24	32	38	21	54	39	56	396	491	469	502	215	?	.	.	.	.	.	.	.	2400	»	»
		Mittel für 0,1 ccm = 233 .	.	250	190	**190**	240	320	**380**	210	270	195	280	198	246	235	251	215											
		Fehler am Mittel in Proc.	.	7	18	18	3	37	**63**	10	16	16	20	15	6	1	8	8											
± 2,14	96712	Ceratium furca	?	4	14	9	12	14	5	8	27	28	25	176	208	217	168	81	?	.	.	.	.	.	.	.	996	»	»
		Mittel für 0,1 ccm = 97 .	.	**40**	140	90	120	140	50	80	135	**140**	125	88	104	109	84	81											
		Fehler am Mittel in Proc.	.	**59**	45	7	24	45	48	17	40	45	29	9	7	12	13	16											
		Pl. Nr. 5, 100 ccm																											
		Maasse	(0,012)	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,625	0,625	0,625				
± 1,5	51740	Ceratium tripos	(14)	6	7	9	13	8	19	10	17	14	12	18	10	110	111	127	131	137	160	135	292	359	318	?	2029	1—23	25,5
		Mittel für 0,1 ccm = 51,7 .	(117)	**25**	38	38	54	33	**79**	42	71	58	50	75	42	44	44	51	52	55	64	54	47	57	51				
		Fehler am Mittel in Proc.	(125)	52	26	26	5	36	**53**	19	37	12	3	45	19	15	15	1	0	6	24	4	9	10	1				
± 1,35	120177	Ceratium fusus	(11)	7	14	12	32	15	17	18	20	16	36	16	28	294	280	239	390	316	350	379	?	.	.	.	2483	1—20	48,8
		Mittel für 0,1 ccm = 120 .	(92)	**29**	58	50	133	63	76	75	83	67	150	67	117	118	112	96	**156**	126	140	151							
		Fehler am Mittel in Proc.	(23)	**76**	52	54	11	47	41	37	31	44	25	44	42	50	7	20	30	5	17	26							
± 1,57	46793	Ceratium furca	(11)	10	11	8	16	16	11	18	16	9	10	15	9	94	105	103	129	123	109	126	254	291	241	?	1835	1—23	25,5
		Mittel für 0,1 ccm = 47 .	(92)	42	46	**33**	67	67	46	**75**	67	38	42	63	38	38	42	41	52	49	44	50	41	47	54				
		Fehler am Mittel in Proc.	(96)	12	2	30	43	43	2	**60**	43	19	11	34	19	19	12	13	11	10	6	11	13	0	11				
		Pl. Nr. 7, 80 ccm																											
		Maasse	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075														
± 1,09	501410	Ceratium tripos	230	190	173	182	192	178	192	214	442	528	441	455	440	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3857	1—13	130
		Mittel für 0,1 ccm = 627 .	**766**	633	576	606	639	593	639	713	588	702	**573**	605	585														
		Fehler am Mittel in Proc.	**22**	1	8	3	2	5	2	14	6	12	9	3	7														
± 1,98	150930	Ceratium fusus	60	59	60	52	57	49	46	47	142	131	161	149	142	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1161	»	»
		Mittel für 0,1 ccm = 189 .	200	196	200	173	190	163	**153**	157	189	182	**214**	198	189														
		Fehler am Mittel in Proc.	6	4	6	8	1	14	**19**	17	0	4	13	5	0														
± 1,96	153660	Ceratium furca	51	51	67	42	53	64	46	58	153	152	143	163	139	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1182	»	»
		Mittel für 0,1 ccm = 192 .	170	170	**223**	140	176	213	**153**	193	203	202	190	217	185														
		Fehler am Mittel in Proc.	12	12	16	27	8	11	**30**	1	6	6	1	13	4														
		Pl. Nr. 10, 100 ccm																											
		Maasse	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,01	0,2	0,2													
± 1,54	240125	Ceratium tripos	41	24	30	44	25	26	113	118	117	123	275	28	437	520	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1921	1—14	125
		Mittel für 0,1 ccm = 240 .	205	240	**150**	220	250	260	226	236	234	246	275	**280**	219	260													
		Fehler am Mittel in Proc.	15	0	**37**	8	4	8	6	2	2	3	15	17	21	8													
± 1,51	250625	Ceratium fusus	27	31	45	52	23	25	148	112	125	148	315	24	466	464	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2005	»	»
		Mittel für 0,1 ccm = 251 .	**135**	310	225	251	230	250	296	224	250	296	**315**	240	233	232													
		Fehler am Mittel in Proc.	**46**	24	10	0	8	0	18	11	0	18	26	4	7	7													
± 1,84	167000	Ceratium furca	36	18	50	27	16	22	70	76	80	76	191	19	289	366	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1336	»	»
		Mittel für 0,1 ccm = 167 .	180	180	**250**	135	160	220	**140**	152	160	152	191	190	145	183													
		Fehler am Mittel in Proc.	8	8	**50**	19	4	32	16	9	4	9	14	14	13	10													

Literatur-Verzeichniss.

1. Joh. G. Ad. Forster, Reise um die Welt 1772—75. Uebersetzt von Reich, Berlin 1778—80.
2. Resa, kongeliga svenska EUGENIES Fregatten, 1851—53, Stockholm 1861. Die Titel der sonst angeführten Reisewerke findet man in Engelmann: Bibliotheca zoologica.
3. Reise der österreichischen Fregatte NOVARA, 1857—59.
4. Die Forschungsreise S. M. S. GAZELLE, herausgegeben vom Hydrographischen Amt, Berlin 1887—90. Der Naturforscher der Expedition, Hr. Studer, begleitete zunächst nur die deutsche Venus-Durchgangs-Expedition, aber er hatte sich auf der Reise so erfolgreich an den zoologischen Untersuchungen betheiligt, dass das Schiffskommando sein Verbleiben an Bord beantragte, was höheren Orts genehmigt wurde. I. S. 12.
5. Chierchia, Collezioni per studi di scienze naturali 1882—85. Roma 1885.
6. Zoological Results of the HASSLER Expedition (Al. Agassiz und Purtalis) 1874.
7. Reports of the voyage of H. M. S. CHALLENGER 1888—1893.
8. Mission scientifique du TALISMAN, Rapport de capitaine Parfait, Annales hydrographiques 2eme Serie, Tom. 5, 1883. Ueber die Reise des TRAVAILLEUR wird berichtet, dass sie sich (irgendwo) in Revue maritime et coloniale befinde, also unfindbar für den, der sich das Buch von Auswärts leihen oder verschreiben will. Ein rein zoologischer Bericht von Milne-Edwards findet sich Compt. rend. Tom 91, 1880, p. 311 und 355.

   Eine Uebersicht über neuere französische Meeresforschungen giebt der »Discours« von de Guerne, Extrait de bulletin de la Société Zoologique de France 1891.

8A. Filhol, la vie au Fond des Mers. Paris, Masson. Ohne Jahreszahl. In: Bibliotheque de la Nature par Gaston Tissandier.

9. Jahresberichte der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere. Berlin, Paul Parey. Jetzt: Kiel, Lipsius und Tischer.
   A. Expedition der POMMERANIA 1871. Bericht 1873.
   B. Westliche Ostsee und Fahrt der HOLSATIA 1885. Bericht 1882—1886.
   C. HOLSATIA-Fahrt in der östlichen Ostsee 1887. Bericht 1887—1889.
10. Albert I. von Monaco, Gesammelte Schriften. Zur Erforschung der Meere. A. d. Französischen von E. v. Marenzeller. Wien 1891, Hölder.
11. Den norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. IV. Christiania 1882. C. Wille, Historisk Beretning, 2. Apparaterne og deres Brug.
12. Det videnskabelige Udbytte Kanonenbaaden HAUCHS Togter i de danske Have. 1883—1886 von Dr. C. G. Joh. Petersen. Kjoebenhavn 1890.
13. Al. Agassiz, General Sketch of the Expedition of the ALBATROSS 1891. Bulletin of the Museum Comparative Zoology at Harvard College. Vol. XXIII, Nr. 1.
14. Charles D. Sigsbee, Deep Sea Sounding and Dredging. Washington 1880, 4.
15. Tanner, Report on the construction and outfit of the United States Fish Commission steamer ALBATROSS. Washington 1885. Appendix A von Part XI des Reports of the Commissioner der Commission.
16. Bericht der Commission für Erforschung des östlichen Mittelmeers. Denkschriften der Wiener Akademie der Wissenschaften, Bd. LIX (1893).
17. Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung. Braunschweig 1878, Neumeyr. S. 565.

18. Bulletin of the Museum of comparative Zoologie at Harvard College. Vol. VI. September 1880.
19. Al. Agassiz, Three cruises of the ... Blake, Vol. I, 1888.
20. Bibliotheca zoologica. Cassel 1888. Carl Chun, die pelagische Thierwelt in grössern Meerestiefen.
21. Hoyle, W. E., On a deep sea tow-net for opening and schutting under water. Proceeding of the Liverpool. Biol. Soc. 1889, p. 100.
22. W. Giesbrecht, Ein neues Schliessnetz. Mittheilungen aus der zoolog. Station zu Neapel. 11. Bd.
23. Schütt, Analytische Plankton-Studien, Kiel 1892.
24. Al. Agassiz, General Sketsch of the Expedition of the Aebatross fron February to May 1891. II. Bulletin of the Museum of Comp. Zoology of Harvard College. Vol. XXIII, Nr. I.
25. Georg v. Boguslawsky, Handbuch der Oceanographie. Bd. 1. Stuttgart 1884.
26. Wyville Thomson, the Atlantic.
27. Wyville Thomson, the depths of the sea. London Macmillan 1874.
28. Dr. K. Grissinger, Untersuchungen über die Tiefen- und Temperaturverhältnisse des Weissensees in Kärnten. Petermann's Mittheilungen, 38. Bd., 1882. S. 153 ff.
29. Richter, Die Temperaturverhältnisse der Alpenseen. Verhandl. d. IX. Deutschen Geographentags zu Wien 1891. S. 193. Diese Arbeit kenne ich nur aus Referaten.
30. Crelle's Rechentafeln. 2. Aufl. Berlin, Reimer 1864.
31. R. Wolf, Handbuch der Mathematik, Physik, Geodäsie und Astronomie. Zürich 1869. Bd. 1.
32. E. Abbe, Ueber Blutkörper-Zählung. Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft für das Jahr 1878. Bd. 12. N. F. Bd. 5. Suppl. 1879. S. XCVIII.
33. E. Haeckel, Plankton-Studien, Jena 1890. K. Brandt, Haeckel's Ansichten über die Plankton-Expedition, Schriften des naturw. Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. VIII, Heft 2. Hensen, die Plankton-Expedition und Haeckel's Darwinismus. Kiel, Lipsius und Tischer 1891.
34. Hensen, Einige Ergebnisse der Plankton-Expedition. Sitzungsbericht der k. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1890. 13. März. S. 243.
35. Dr. F. Dahl, Die Gattung *Copilia*. In Spengel, zoolog. Jahrbücher. Bd. VI.
36. Dr. C. Apstein, Quantitative Plankton-Studien im Süsswasser. Biologisches Centralblatt. Bd. XII, Nr. 16 und 17. 1892.
37. Apstein, Das Plankton des Süsswassers und seine quantitative Bestimmung. Apparate. Schriften des naturw. Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. XI, Heft II.
38. J. E. Reighard, a biological examination of lake St. Clair. Bulletin of the Michigan Fish Commission Nr. 4. Lansing 1894.
39. W. Ligowski, Taschenbuch der Mathematik. 3. Aufl. Berlin, Ernst und Sohn. 1893.
40. Sur les premières campagnes scientifiques de la Princesse Alice par S. A. S. le Prince Albert I. de Monaco. Extrait des Comptes rendus de l'Academie des Sciences t. CXX. 7. janvier 1895.
41. G. Buchet, Appareil pour les pêches pélagiques à grande vitesse; Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1895. Paris, Janvier P. 14.
42. Hensen, Ueber das Vorkommen und die Menge der Eier einiger Ostseefische. Vierter Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere 1877 bis 1881. Berlin 1882, S. 311. (Ich habe diese Untersuchungen später noch ausgedehnt mit dem gleichen Resultat.)
43. Hensen, Ueber eine *Brachiolaria* des Kieler Hafens. Archiv für Naturgeschichte 1863, S. 342 und 363.
44. Fahrt der Pommerania in der Nordsee, Echinodermen. Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere, 1872, S. 73.
45. Meissner und Collin, Echinodermen. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen der Kommission und der Biologischen Anstalt auf Helgoland, N. F., Bd. I, S. 336.
46. Heincke, Beiträge zur Fauna der südöstlichen und östlichen Nordsee. Ibidem, S. 305.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I. Karte der Fahrt des National.

Die Strömungsrichtungen sind durch Pfeile angegeben. Hr. Prof. Krümmel hat die Güte gehabt, die Karte zu zeichnen und die Strömungsrichtungen einzutragen. Die Zeit, zu der die verschiedenen Orte befischt wurden, ist durch das Datum und den Anfangsbuchstaben des Monats bezeichnet, gewöhnlich steht die Beseichnung so, dass sie auf den Ort 9 Uhr Morgens des bezüglichen Tages hinweist. Die rothen Zahlen stehen am Ort der quantitativen Planktonfänge und geben deren Nummer an; die Journalnummer aller übrigen Fänge ist schwarz eingezeichnet.

Tafel II. Ansichten des National.

Für die Wohnräume im Schiff darf auf Fig. 5, S. 55 der Reisebeschreibung verwiesen werden.

Fig. 1. Seitenansicht.

Fig. 2. Ansicht von oben.

Die Buchstaben bedeuten in beiden Figuren das Gleiche. Der Raumgehalt ist in Kubikmetern eingetragen. *A* ist der Arbeitsraum mit Luke *L* zum Auslassen des über Bord genommenen Wassers. *B* die Brücke zur Verbindung von vorderem und hinterem Deck. *C* die Arbeitstische, *D*, Fig. 2, die grosse Winde, *E* die vordere Dampfwinde, von der aus durch eine Galle'sche Kette das Kammrad der grossen Winde getrieben wird. *G* und *H* Seilleitung zum Rollenblock *I*. Das Seil geht von dort weiter nach dem Block *K* und darauf zur Rolle *m*, die von den Akkumulator *O* und *N* am grossen Baum festgehalten wird. Von *M* geht das Seil ins Wasser. *W*, Fig. 1, Tanks für unser Trinkwasser, *V* Vorrathsraum für Lebensmittel und Getränke, *P* Bunkereingang. *F* Raum für unsere Kisten.

Tafel III. Die grosse Winde.

Fig. 1. Ansicht von oben.

Fig. 2. Ansicht von der Seite.

Fig. 3. Die nach dem Hinterende des Schiffes schauende Seite, die in Fig. 1 oben steht.

Die Buchstaben sind überall die gleichen. *B* die grosse mit Rillen versehene Antriebscheibe auf der Hauptaxe. *C* Hebel, der mittelst eines in Fig. 2 sichtbaren Schlittens die kleine auf der Nebenaxe *N* sitzende geriffelte Scheibe gegen die grosse Scheibe *B*—*T* anpresst, um den erforderlichen Grad von Reibung herzustellen, wenn die Kammscheibe *K* läuft. *F* die grosse Trommel für das Drahtseil, *H* Scheibe zum Bremsen; das um diese Scheibe gelegte Stahlband wird durch den Hebel *H* regiert und um die Scheibe *H* festgeschnürt. g, g' Riemenscheiben zur Uebertragung der Bewegung von der grossen Axe auf die Nebenaxe, die die Schraube *S* dreht. Durch Umlegen des Hebels g'' kann, je nachdem, die Riemenscheibe g oder g' zum Mitlaufen mit der Hauptaxe gezwungen werden, während dann die andere Riemenscheibe frei geht. Von den Riemenscheiben g, g' gehen Riemen zu den Stufenscheiben G, G' und jenachdem die eine oder die andere Scheibe gedreht wird, dreht sich die Schraube *S* vorwärts oder rückwärts, schneller oder langsamer, je nach der gewählten Stufe der Riemenscheibe. Auf *S* sitzt eine Mutter mit der Führungsgabel *J*; diese wird aufrecht erhalten durch zwei parallel mit *S* laufende, nicht besonders bezeichnete Schienen, die man Fig. 1 und 3 sieht. Durch den Schraubenkopf *M* kann die Gabel *J* aus freier Hand seitlich bewegt werden. Durch den Arm *L* können Schiene und Gabel niedergelegt werden, was für den Fall erforderlich wird, wo Schäkel und Kauschen mit auf die Trommel gehen sollen.

Fig. 4. Schnitt durch den oberen Theil des Blocks Fig. 5. Bei *E* Verdickung über der Rolle, die verhindern soll, dass dünne Seile sich zwischen Wange und Rolle einklemmen.

Fig. 5. Seitenansicht eines Blocks, *r* Oesen, um den hängenden Block richtig stellen zu können. *a* Kausche, *b* modificirte Patentschäkel.

Fig. 6 und 7 der Schäkel grösser gezeichnet, etwa $^1/_2$ der natürlichen Grösse, Fig. 6 der eine Halbring allein, *e* die vorspringenden Leisten in Fig. 7 mit *l* bezeichnet. *r* ein Ring zur Sicherung des Zusammenhalts der beiden Halbringe des Schäkels.

Fig. 7. Durchschnitt durch die eine Langseite des Schäkels, der eine Halbring ist vertikal, der andere schräg schraffirt. *r* Durchschnitt des Sicherungsrings, der übrigens entbehrlich ist. *q* zwei Löcher, um durch Einsetzen eines Stifts die Halbringe leicht trennen zu können.

Tafel IV.

Fig. 1. Lothmaschine nach Sigsbee. *a* die grosse Trommel für den Draht. *b* Rolle, über die der Draht nach dem Loth *c* geführt wird. *e* Anfang des Seils, dem der Draht folgt. *d* und *d'* Federmanometer zur Spannung der Bremsschnur, die in der Rinne (Fig. 3 u. 4 i) der grossen Trommel nach *d'* und von dort hinauf unten an das Rad *b*, dann wieder hinunter und von einer dort befindlichen Rolle nach *h* geht. wo sie mit der Hand gehalten oder festgesetzt werden kann. Bei *R* ein Zahnrad, um mittelst eines Sperrhakens die Trommel feststellen zu können. *g* Zählwerk, *l* eine verdeckt liegende Rolle. Ueber diese läuft eine Schnur, welche die zwischen den Ständern gleitende Rolle *b* trägt und die an einer Feder im Ständer befestigt ist, sodass die Rolle *b* je nach dem darauf wirkenden Zug sich höher oder tiefer stellt, auf diese Weise den Wechsel des Zuges am Draht abschwächend.

Bezüglich weiterer Details darf auf das Originalwerk verwiesen werden.

Fig. 2. Durchschnitt der Peripherie der grossen Trommel nach Sigsbee, bei *a* Auflage des Drahts aus einem Stück.

Fig. 3. Schnitt durch unsere Trommel, die Auflage *a* nur eingelegt, daher wichen die Wangen der Trommel auseinander, der Kopf des, wie die Zeichnung zeigt, unterliegenden Bolzens sprang ab und der Draht klemmte sich ein.

Fig. 4. Akkumulator. *k* Kauschen, *a* Ueberfall zur Sicherung der Lage der Kautschukringe *b*. Die Ringe *b'* sind kürzer und an so langen Seilen befestigt, dass sie sich erst spannen, wenn die Ringe *b* bereits stark gedehnt worden sind. *d* Hemmungsseile für das Dehnungsmaximum.

Tafel V. Einrichtung zur Gewinnung der Filtrationstabelle.

Fig. 1. Der ganze Apparat. *A* der Wasserhahn, *B* das Filter zum Reinigen des Wassers, *C* Kugel zum Auffangen der Luft, *a* zweites Filter in der Kugel. *D* Abzweigung des Rohrs zum Hahn *E* (vgl. Fig. 3) und zum offenen Rohr *f*, behufs Regulirung des Drucks. Das zweite Rohr geht zum Apparat *gg*, Fig. 4, der in der Glaswanne *J* steht, diese steht in der Blechwanne *k*, die das Wasser aufnimmt und aus dem Rohr *L* in die Maassflasche *M* leitet. Von *g* geht ein Rohr *b* ab, behufs Entleerung der Luft. Ein anderes Rohr geht zu dem U-förmigen Manometer *H*. *N* ist der Schwimmerapparat zum Ablesen des Wasserniveaus in der Wanne.

Fig. 2. Einrichtung des ersten Filters. *F* Wand des Filters, *g* Schrauben, *i* Stöpsel zur Entleerung der Luft, *k* Abflussrohr, *h* feinste Gaze.

Fig. 3. Hahn zur Regulirung des Drucks. *C* Stempel mit Korkscheiben und Metallplatten; der Kork kann durch Anziehen der Schrauben *d* zur vollständigen Dichtung, wenigstens gegen nicht allzustarken Wasserdruck gebracht werden. Griff *F*, durch Drehung desselben wird die Verschiebung des Stempels bewirkt.

Fig. 4. Der Kasten *gg*, Fig. 1, zum Einspannen des zu untersuchenden Zeugs. *a* feste Widerlage, *b* Kautschukplatte, *c* durchbohrte Metallplatte mit Gelenk bei *f*, um die Platte auf- und zuklappen zu können, *d* zwei durchbohrte Messingplatten, zwischen die die zu untersuchende Müllergaze *e* eingelegt wird. *g* Schraube zum Anpressen der Platten.

Fig. 5. Niveauapparat. *a* Schwimmer, *b* Messingrahmen, von dem die Coconfäden *c* ausgehen. *d* die Platte auf dem Schwimmer. *i* Platte über dem Schwimmer an der Stange *h*, die durch den Kork *g* durchgeht. Dieser wird durch *f* und *e* auf dem Rahmen *b* befestigt.

Fig. 6. Freie Oeffnung, um die Art von der Zuschärfung derselben bei den Versuchen mit frei durchfliessendem Wasserstrom zu zeigen.

Tafel VI.

Fig. 1. Tiefsee-Reuse des Prinzen Albert von Monaco. Die Reuse wird durch weitmaschiges Gewebe gebildet, aber sie trägt, wie man sieht, an der einen Wand noch zwei kleine, röhrenförmige Reusen, die aus weit engerem Gewebe gefertigt sind. Wäre dies Gewebe feinste Müllergaze, so würde man wohl damit genügend Tiefenplankton fangen können, um eine Vorstellung über dessen Beschaffenheit gewinnen zu können, nur würden solche Reuschen auch noch beim Aufziehen und Hinablassen Fang machen.

Fig. 2. Engmaschige Müllergaze vergrössert. Hier ist nur jeder zweite Faden des Einschusses doppelt, während der Durchschuss immer einfach ist.

Fig. 3. Weitmaschige Müllergaze, jeder Einschlagsfaden *e* doppelt.

Fig. 4 a. Durchschnitt durch die Wanne unseres grossen Vertikalnetzes. *a* grosser Ring zur Verbindung mit dem Netz, *b* Blechtrichter bei *g* mit einem Ring zur Befestigung des Gazesacks. Die Gaze geht von dort als Cylinder nach Oben zu dem Doppelring *d*, der an der Stange *c* aufgehängt ist. Diese Stange kann herausgenommen werden, dann hängt der Gazebeutel unten aus dem Blechtrichter hervor und kann durch den Hahn *f* entleert werden. Zwischen *d* und *f* befindet sich ein Trichter von Gaze.

Fig. 4 b. Hahn für den Trichter im Durchschnitt. *a* das metallene Trichterstück in dem der Hahn *c* den Verschluss bildet, *b* ein Metallring; zwischen *a* und *b* wird die Gaze eingeklemmt.

Fig. 5. Schliessnetz fischend, an der Schnur *d* mittelst des Hahns *g* und des Bügels *St*, sowie des Hakens *z* (vgl. Fig. 6 z) hängend. Eine zweite Schnur *a* geht zu dem Ring von *d* und ist weiter unten an der Schiene befestigt, damit die Schnur bei dem Abwerfen des Rings nicht in den Verschluss gerathen und ihn hindern kann. *K* Korb mit Propeller, *gf* Greifhaken, die jetzt gelöst sind, aber vorher durch die Rollen und die Mutter *c* gegen die Schienen gedrückt worden waren und die Ringe *Rg* festhielten. *E* Eimer am Netz befestigt. *L* leinener Ring zum Annähen der Gaze. *Zg* Zunge zum Schloss. Die Greifhaken *gf* sind von einer Hülse umgeben, die den Zweck hat, ein Anhängen der Drähte zu verhindern; in der Zeichnuug ist sie fortgelassen.

Fig. 6. Einrichtung des Korbs am Schliessnetz. *K* Korb, *F* Propeller. *S* Schraube mit der Mutter *c* in den Schienen *Sch* eingeschlossen. *Hd* Handhabe zur Bewegung der Schraube mit der Hand. *H* Hülse, durch die Spiralfeder nach unten getrieben und mit dem Daumen *g*, der an der Axe *az* drehbar ist, verbunden. Wenn die Schraube durch den Propeller gedreht wird, wandert *c* in die Höhe, presst die Spiralfeder *h* zusammen, sodass schliesslich der Daumen *g* gehoben wird und den Haken *z* loslässt, der dann fällt und den Ring *d* freigiebt, bald darauf aber durch die Zacken *Zk* den Propeller festhält.

Fig. 7. Der halbe Rahmen des Schliessnetzes geschlossen. *St* feste Stange durch die beiden gebogenen Drähte *v* (vgl. Fig. 5 v), bei geschlossenem Netz in der richtigen Stellung gehalten.

Tafel VII.

Fig. 1. Schlossvorrichtung des Schliessnetzes vor Beginn des Fanges.

Fig. 2. Nach erneutem Schluss des Netzes. *St* feste Bügel mit einer Widerlage *Gg* für den Hahn *y*, in den das Seil *d* (vgl. *d*, Tafel VI, Fig. 5) befestigt ist. *A*, *B* Rahmen des Schliessnetzes im Durchschnitt und mit der Filzeinlage α, β. *a* Drähte an dem Hebelarm *C*, *C'*, *p*, *p'* Zunge zum Verschluss des Netzes (vgl. Tafel VI, Fig. 5 *Zg*), *q* Feder, die den beweglichen Theil *p'* der Zunge niederdrückt, *m* festes Gestell auf dem Hebelarm *C'*, die Zunge greift unter dasselbe. *R* ein um die Axe *x* drehbarer Riegel, der durch die Feder *r'* niedergedrückt wird und der einen festen Arm *r* und einen beweglichen Arm *l* besitzt. Der Arm *l* stützt sich gegen die Schraube *y*, die so vorgezogen werden kann, dass ein dichter Schluss mittelst des gequollenen Filzes am Rahmen bei der Verschlussstellung, Fig. 2, eintritt. Der feste Arm des Riegels *R* dient dazu, den Arm *l* zu heben, wenn die Zunge, die durch die Feder *q* niedergedrückt wird, unter dem Riegel durchschlägt.

Fig. 3. Filtrireimer am Schliessnetz, rechts durch die Mutter *M* mit den Ringen des Netzes verbunden. Links ist die Mutter noch nicht aufgeschroben. *F* das filtrirende Zeug. *O* die Oeffnung zum Herauslassen des Fanges.

Fig. 4 und 5. Kopie des Tanner-Schliessnetzes nach Agassiz. Die obere Kugel ist angebracht, weil es Herzenswunsch ist, mit diesem Netz, das sich hauptsächlich für vertikalen Zug eignet, horizontal zu ziehen. Die Einrichtung bedarf im Uebrigen wohl keiner weiteren Beschreibung, hinsichtlich deren ich auf die Originalabhandlung verweisen darf. Von *a* an wird das Netzzeug dichter.

Tafel VIII.

Fig. 1 und 2. Korbnetz, früher zu horizontal gehender Fischerei bei rascher Fahrt benutzt. *T* Seil an einem Holzkonus *c*, durch den der Eingang verengt wird. Der Konus ist bei *n* an einen Metallring *R* befestigt. Dieser Ring wird durch die Schraube *d* auf der Platte *H* festgeschroben. An dieser Platte *H* hängt der Korb *P*, der mit Leinen überzogen ist und bei *k—g* eine Klappe hat. *Ntz* Netzraum.

Fig. 2. Das Netz im Gebrauch. *A* feste Stange von Bord nach Vorn durch das Seil *b* gehalten, *c*, *d* Seile zum Korbnetz. Durch den raschen Lauf entsteht im Wasser *w* hinter dem Korb ein leerer Raum.

Fig. 3 bis 7. Horizontalcylinder. Fig. 3. Ansicht des eingelegten Netzes von Oben. *N* die Netzwand, *LP* daran angenähter leinener Kragen.

Fig. 4. Ansicht des unteren Theils der Netzwand *N*.

Fig. 5. Durchschnitt des Cylinders. *St* äussere Stangen (vgl. *St* in Fig. 7), *s* innere Stangen (in Fig. 7 *s* über *Q*). *W* Raum innerhalb der punktirt gezeichneten Netzwand, also fangender Raum. *f* durchbohrte Blechwand des Cylinders, *c* Schrauben zum Festsetzen der Wand.

Fig. 6. Eingang des Cylinders. Bei dieser Weite des Eingangs fischt das Netz indessen zu scharf, für künftige Fälle ist, wie im Text erwähnt, der Eingang bedeutend enger zu nehmen. *W* Netzraum, *D* Deckel, *a* Schrauben zur Befestigung des Deckels. *b* Ringe (vgl. *b* in Fig. 7) zur Befestigung der Haltetaue. *c* Schrauben zur Befestigung des Mantels.

Fig. 7. Das ganze Netz seitlich geöffnet. *N* die Netzwand, *A* der Deckel auf den Ring *R* aufgeschroben. *V* Stützringe für den Blechmantel *f*. *St* äussere, *s* innere Stangen in den Ansatz *Q* eingeschroben. *M* Muttern zur Befestigung des Endtrichters *c*. In diesem eine abnehmbare Endschraube *D*.

Tafel IX.

Fig. 1. Das Cylindernetz von Aussen. *A* der Deckel, *B* der Mantel mit Schlitzen, die zu viel Fläche haben und neuerdings durch Löcher mit der erforderlichen Gesammtfläche ersetzt werden. *C* Endtrichter, *D* Endschraube, *E* Mutter zum Festsetzen des Trichters.

Fig. 2. Durchschnitt durch den Cylinder. *A* der Deckel. *W* der Netzraum, *N* die Netzwand, *P* obere, *Q* untere Auflage für die Netzwand, *R* der untere Ring, *c* die Schrauben für den Blechmantel, *b* Ring für das Zugseil, *St* und *s* Stangen, *f* unterer Deckel, das Netz gegen *Q* anpressend. *E* Mutter, *D* Endschraube, *N* Netz in dem Endtrichter, *r* Ring zur Befestigung des Netzes *N'*.

Tafel X und XI.

Das Wagennetz, gezeichnet nach photographischer Aufnahme, Tafel X, Fig. 1 von der Seite und Oben, Tafel XI von Vorn (links oben) und von Oben, aber auf der anderen Seite liegend. Die Bezeichnungen sind auf beiden Figuren die gleichen. *A* der Netzwagen, *B* der Propellerwagen. Die Verbindung beider Wagen wird wesentlich in derselben Weise bewirkt, wie die Verbindung zwischen dem Netzbügel und dem Propellerapparat bei dem Schliessnetz. Die bezüglichen Details bedürfen also keiner weiteren Beschreibung, sondern es genügt dafür auf die Beschreibung des Schliessnetzes hinzuweisen. Es erübrigt nur noch die Modifikation jener Einrichtung, die für das Wagennetz erforderlich wurden, anzugeben. Die Haken, welche durch die besprochene, zwischen den Schienen 8 auf der Schraube laufenden, mit Rollen versehenen Mutter festgestellt werden, haben sowohl eine Hemmung für längeren Lauf, in der sie auf Tafel X stehen, als auch eine Hemmung weiter Oben an der Schiene, die für einen kürzeren Lauf des Wagens zu dienen hat, in welcher Stellung der entsprechend geformte Haken auf Tafel XI gezeichnet ist. Damit der Netzwagen stets auf dieselbe Seite fallen müsse, wie der Propellerwagen, sind die gabelig auslaufenden Schienen 1 angebracht, die bei 2 ein Gelenk haben. Sie gestatten, dass der Netzwagen sich bei dem Loswerfen der Verbindungen von dem Propellerwagen entfernt, aber sie verhindern eine Verdrehung der beiden Wagen gegen ein-

ander, während der Apparat auf den Boden hinab gelassen wird. Der Netzeimer 13 hängt an einem durch Federkraft rückwärts gezogenen Gestell 14. Dieser Zusammenhang sowie die Feder sind in der Photogravüre nicht genügend herausgekommen. Zwei Drähte 11 ziehen die beiden Netzbügel zu diesem federnden Gestell hin, dadurch sichern sie die Eröffnung des Netzes, sobald die beiden Bügel freigegeben sind. Sie fallen ab von den Bügeln, sobald diese auseinander gespreizt sind. Es schien mir ohne Hilfe dieser Drähte 11 die Eröffnung des Netzes nicht völlig gesichert zu sein. Das Netz 15, das etwas kleiner als das Schliessnetz ist, wird man erkennen. Es wird von dem Bügelring 16 getragen, der durch feste Eisenstangen mit dem Bügelring 17 zusammenhängt. Ueber diese Bügel wird zum Schutz und bei weichem Boden als Schlitten ein offener Sack aus Segelzeug gezogen, der in der Zeichnung fortgelassen ist. Die hinteren Räder sind durch zwei feste Schienen 18 mit den vorderen Rädern des Netzwagens verbunden.

Die Räder des Propellerwagens bekommen einen Ueberzug von starkem Blech, in dem Zacken gebildet sind, um das Drehen der Räder auf schlüpfrigem Meeresboden zu sichern. Dieser Ueberzug ist nur bei dem hinteren Paar der Räder gezeichnet worden. Bei dem Fischen soll immer nur d a s Räderpaar des vorderen Wagens, dessen Axe dem Boden am nächsten liegt, wirksam laufen, also Tafel X das vordere, Tafel XI das hintere. Bei der Stellung Tafel XI tritt die richtige Lage der Radaxen des Porpellerwagens ohne Weiteres ein, bei der Stellung in Tafel X dagegen muss nachgeholfen werden. Das geschieht durch die als Schlitten wirkenden Schienen 12, die auf dem Boden stehend die hinteren Räder hoch halten.

Die Axen der Räder drehen sich mit und tragen innerhalb des Korbs 9 eine Schraube ohne Ende. Diese greift in eine ausgefreeste Scheibe ein, die auf der langen, von vorn nach hinten laufenden Schraubenaxe sitzt und folglich diese Axe zwingt, sich, wenn gleich nur sehr langsam, mitzudrehen. Man sieht diese Einrichtung mit etwas gutem Willen in Fig. 1, Tafel XI. Da von dieser Drehung das ganze Spiel des Schliessmechanismus abhängt, ist zur weiteren Sicherung noch folgende Einrichtung getroffen. Die gefreeste Scheibe sitzt auf der langen Axe nicht fest, aber sie trägt noch ein Sperrrad, in das ein Sperrhaken eingreift, sobald sich eine der Radaxen in r i c h t i g e m Sinn dreht. Dreht sich dagegen eine Radaxe in falschem Sinn, was bei tiefem Einsinken des Wagens in den Meeresgrund stattfinden könnte, so läuft die Scheibe frei und die falsche Drehung wird wirkungslos.

Ganz vorn an dem Korb 9, der den von mir als Propeller bezeichneten Mechanismus umschliesst, ragt die lange Axe 10 ein wenig hervor, hier kann eine K u r b e l angesetzt werden, um bequem die Anfangsstellung des Mechanismus einstellen zu können.

Tafel XI.

Fig. 2 bis 4 Filtrator. Im Text ist irrthümlich die bezügliche Figur als auf Tafel IX stehend bezeichnet.

Fig. 2. Filtrator, ältere Form, die aber allen Anforderungen genügt.

Fig. 3. Schnitt durch einen Filtrator neuerer Form. Die Buchstaben haben in beiden Figuren die gleiche Bedeutung. *A* Gestell, *B* Körper des Filtrators, *C* Glasscheibe, *D* Trichter, *E* Müllergaze. *a'* Schnabel des Bügels. *a*, der den Filtrator mit Hilfe der Arme *d* auf die Glasscheibe niederdrückt; *b* bewegliche Stange, die mit Hilfe der Mutter *c* den Bügel niederhält, *G* Ring; *f* Schiene zur Befestigung des Netzzeuges. *i* unterer Rand, der besser in der folgenden Figur abgebildet ist.

Fig. 4. Schnitt durch den unteren Rand des Filtrators. *E* Müllergaze, *in* innere Fläche des Durchschnitts, *i* der untere Metallrand, an seiner inneren Kante mit einer Leiste vorspringend. *H* dicke Schraube, mit der der Rand *i* an die Rippen des Filtrators angeschroben ist. In dieser Schraube läuft die Schraube *l*, die einen dünnen Metallring *R* von unten gegen die Müllergaze anpresst und somit diese festhält. Die Müllergaze soll 1 cm nach aussen vorstehen und eingekerbt werden, damit man sie mit einer Pincette anfassen und glatt ziehen kann.

Tafel XII.

Fig. 1. Schüttelgefäss mit Maasspipette. *a* das Gefäss, *e* der durchbohrte Kork, *b* das Glasrohr der Pipette, *c* der Korkcylinder, *d* der messende Nickelstempel.

Fig. 2. Der Stempel, natürliche Grösse, *k* die Korkscheiben, *m* Messingplatten, *m'* dickere Endplatte und in ihr die Schrauben *s* zum Dichten des Cylinders. Darunter angeschroben der Maassstempel von Nickel.

Fig. 3. Zählmikroskop. *W* Fussschrauben zur Horizontalstellung, *n* die liniirte Glasplatte bei *p* und *q* aufruhend, *o* Stifte, die als Widerlage für die Glasplatte dienen, *h*, *k*, *m* mit Kautschukrohr überzogene Messingarme,

die dienen, um die Platte zu halten. *a* Axe zur Vorbewegung der Platte mit Trieb und mittelst der Köpfe *c* und *c'*. Die Bewegung geschieht auf den Schienen *b, b'*. Bei *d* Theilung neben der linken Schiene. *e* getheilter Kopf mit Nonius für die seitliche Bewegung der Platte; die Schiebung geschieht zwischen den Schienen *f*, während sich bei *f'* nur freie Auflage findet. *e'* zweiter Kopf für die seitliche Bewegung. *g* Zungen, um die Richtung der zuletzt eingetretenen Verschiebung anzugeben; sie greifen in die Rändelung der Axe ein, gegen die sie durch die Feder *r* gedrückt werden.

Fig. 4. Das Mikroskop von der Seite mit dem Liniirdiamant *t* armirt. Der Diamant wird durch den Faden *v* mit Hilfe des groben Triebs in die Höhe gehoben, sobald er nicht schreiben soll. *p* Auflage für das Glas, *k* beweglicher Arm zum Festklemmen der Platte.

Fig. 5. Der Arm zum Festklemmen der Platte, *k* die Kautschukschläuche über den Messingarmen, *m* die Schraube zum Festsetzen, *k'*, *l'* die Arme gelöst.

Fig. 6. Einrichtung zur winkelrechten Einstellung der Glasplatten gegen das Mikroskop, *q* ein mit Doppelrinne versehener Stift, der durch Drehung der Schraube *r* gehoben oder gesenkt werden kann.



Verlag von Lipsius & Tischer - Kiel u. Leipzig.
Geograph. Anstalt von Wagner & Debes Leipzig
Hensen, Methodik.

Fig. 1

Fig. 2

763 K.M

884 K.M

493 K.M

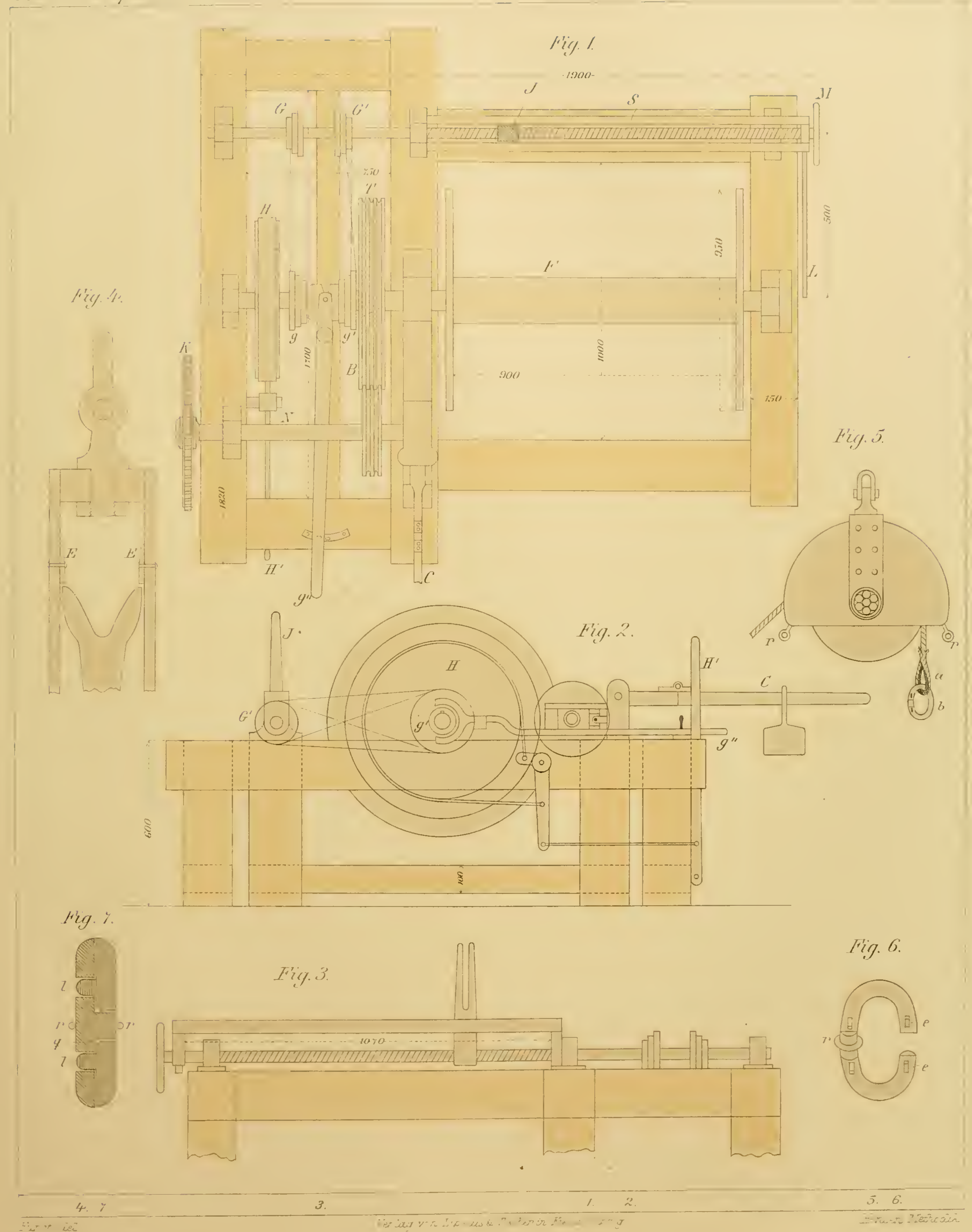
3037 K.M

Loth Maschine

6,7 × 3,66

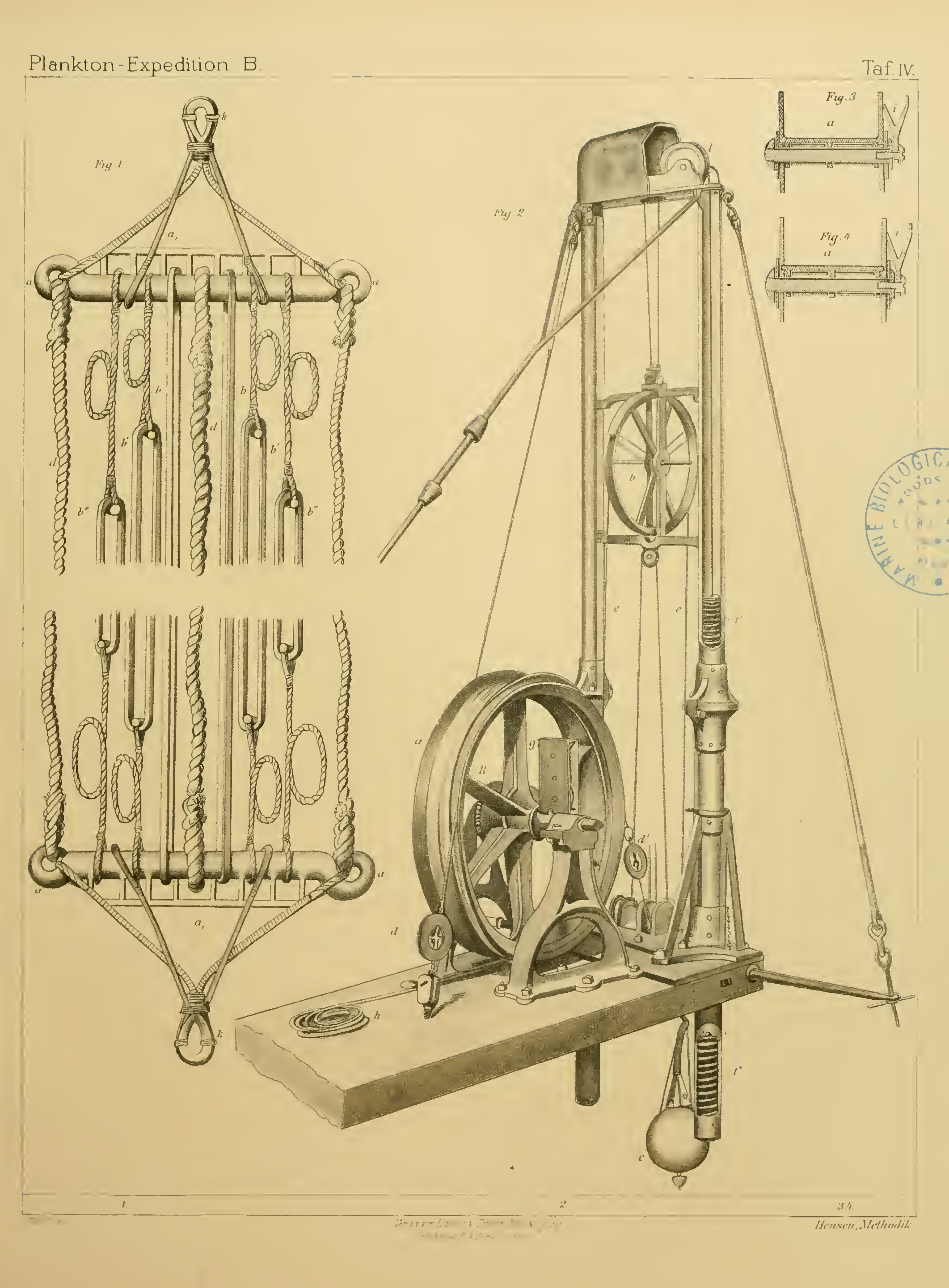
0 1 2 3 4 5 10 20 Meter



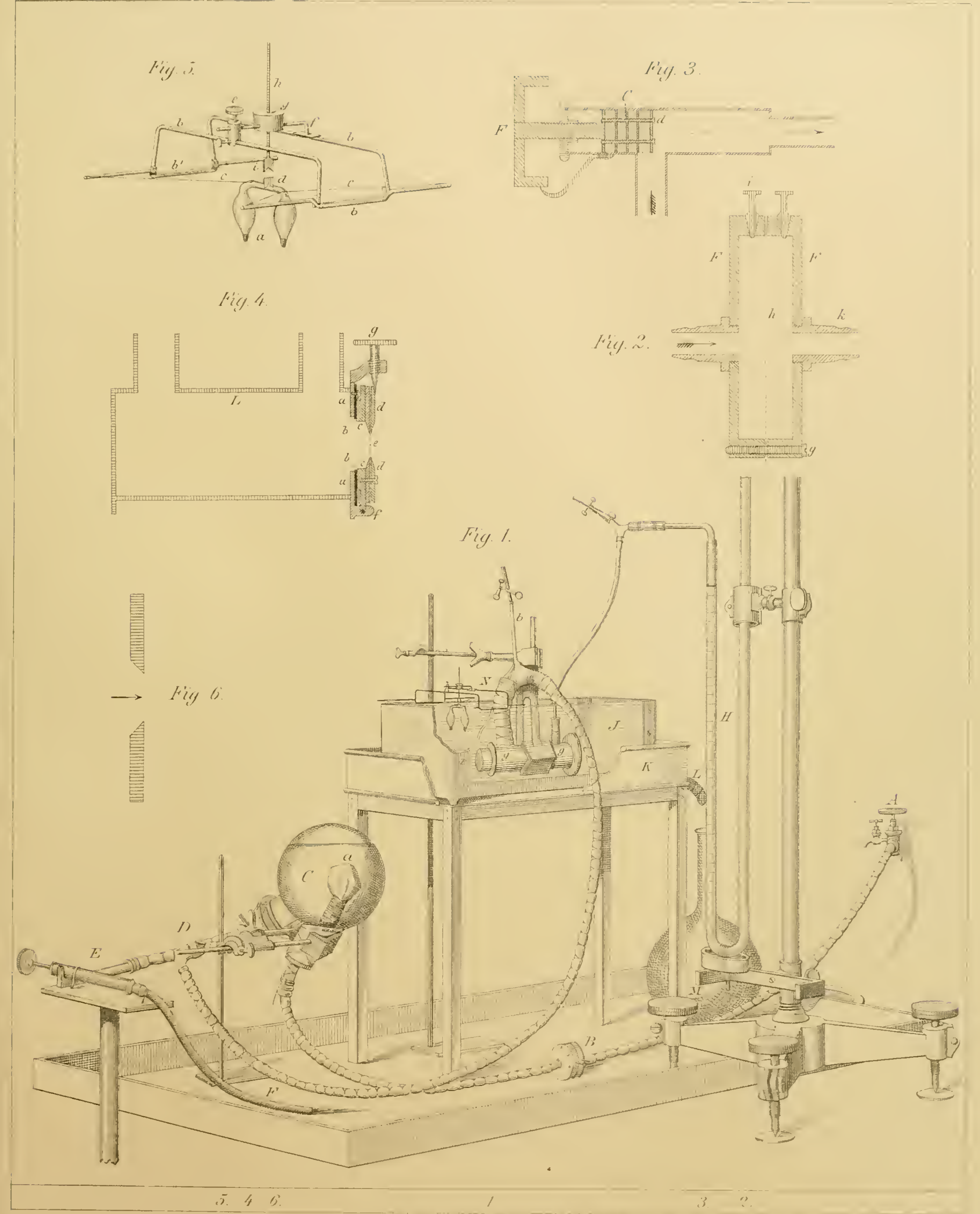


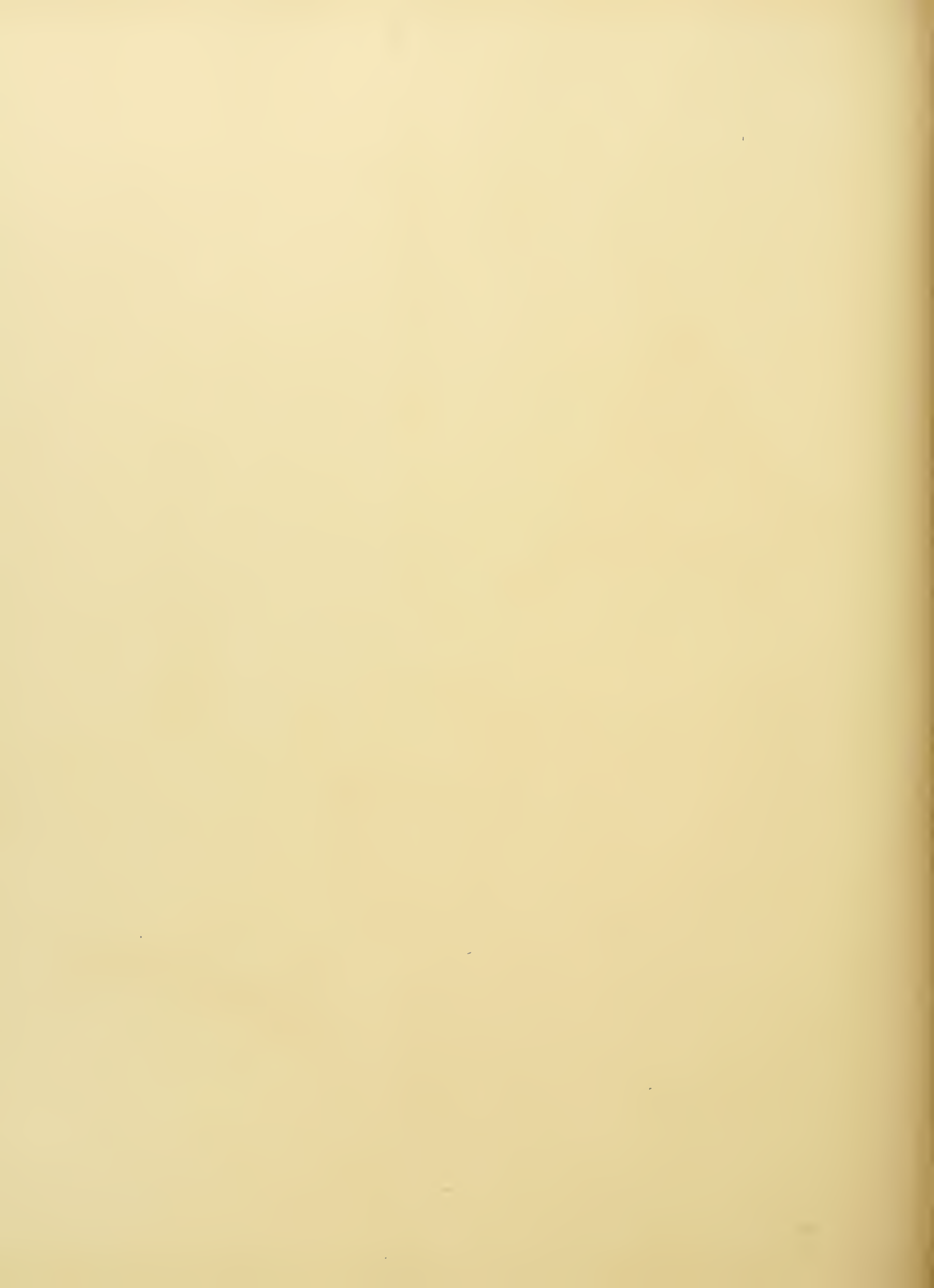
Verlag v. Lipsius & Tischer in Kiel

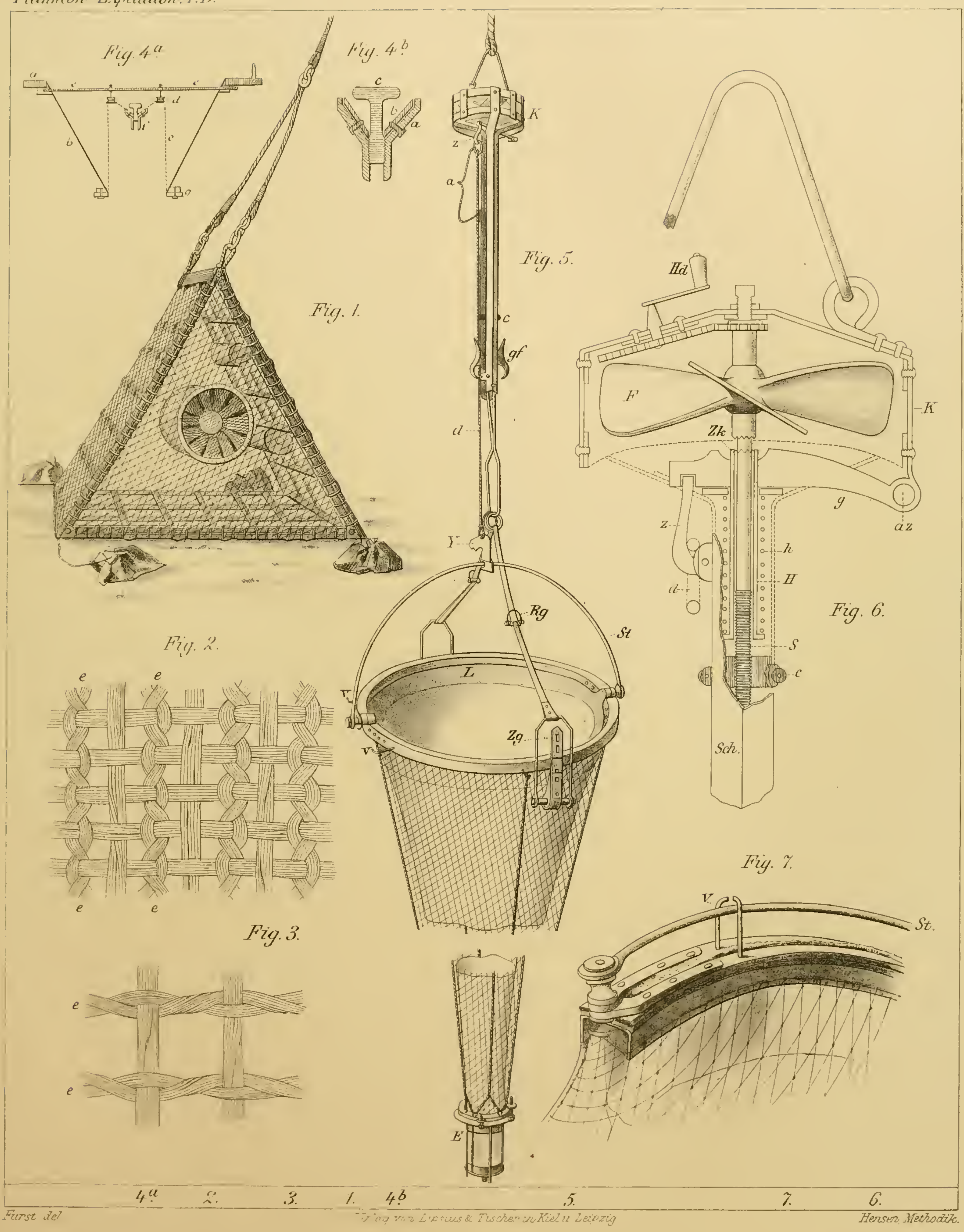



Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
1.
2
3.4.
Hensen, Methodik



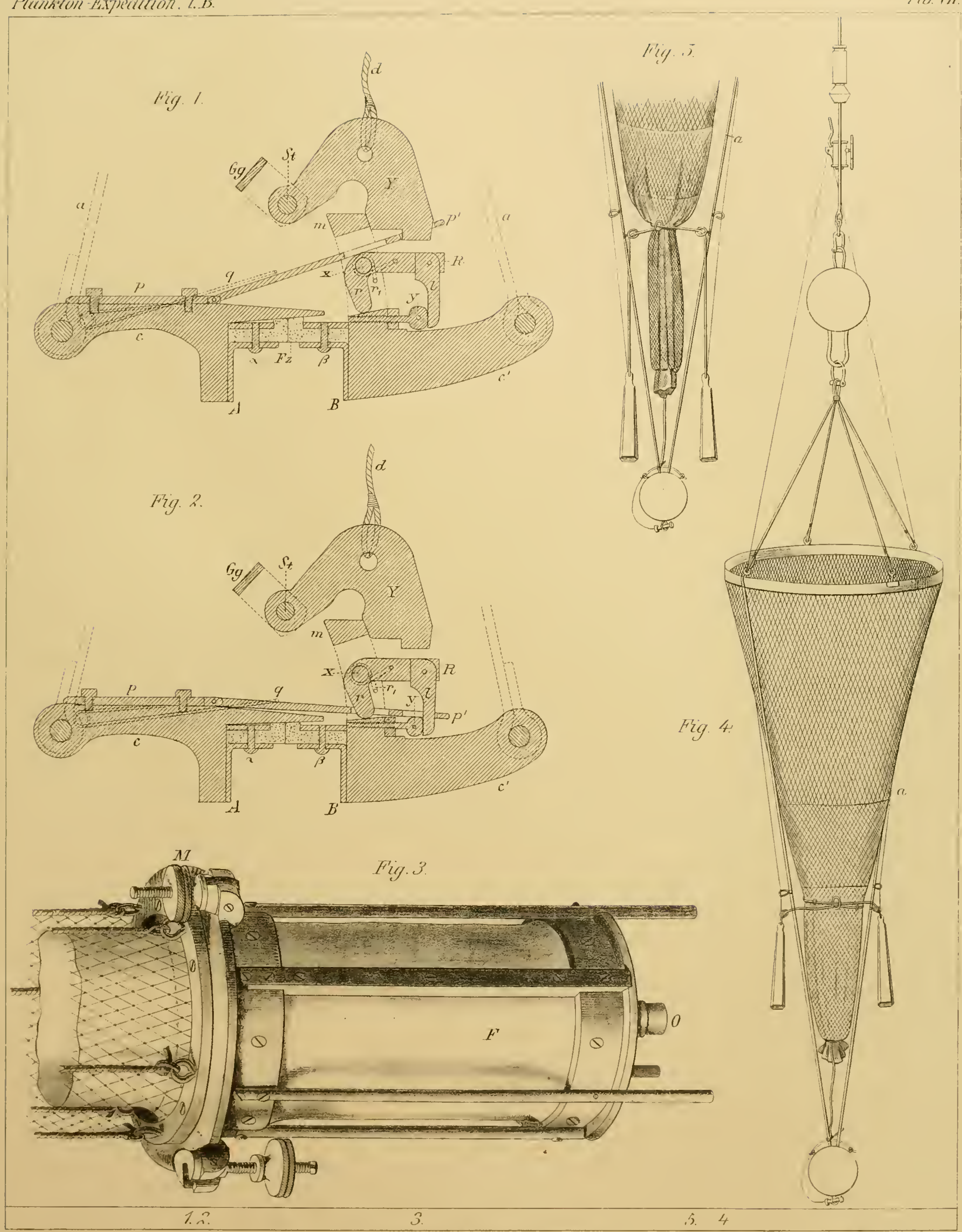

Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 1.
Fig. 6.
5. 4 6.
1
3 2.





Fürst del.
Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel u. Leipzig
Hensen, Methodik.
Lith. Anst. u. Steindr. v. F. Wiessner, Berlin.

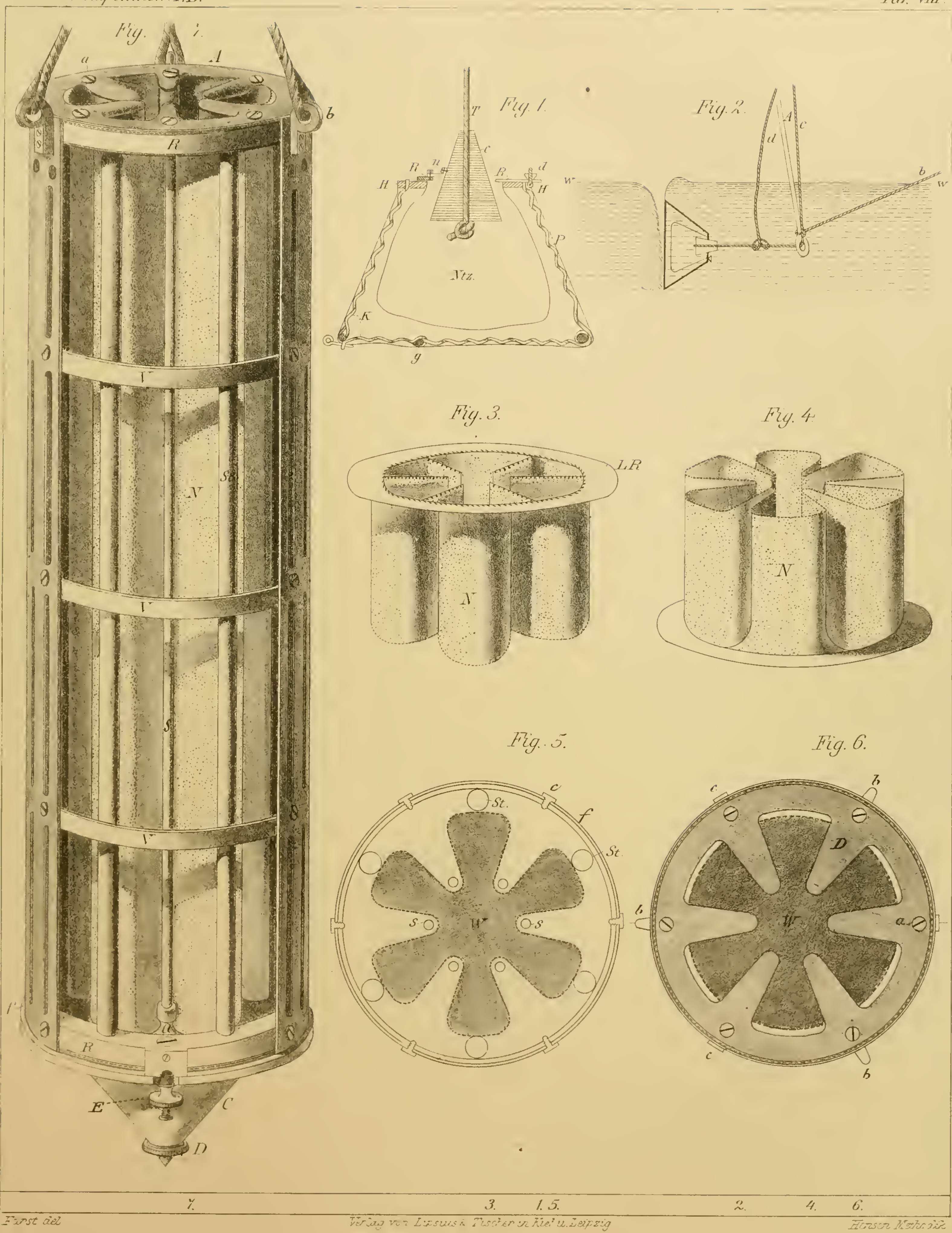




Fürst del.

Hensen, Methodik

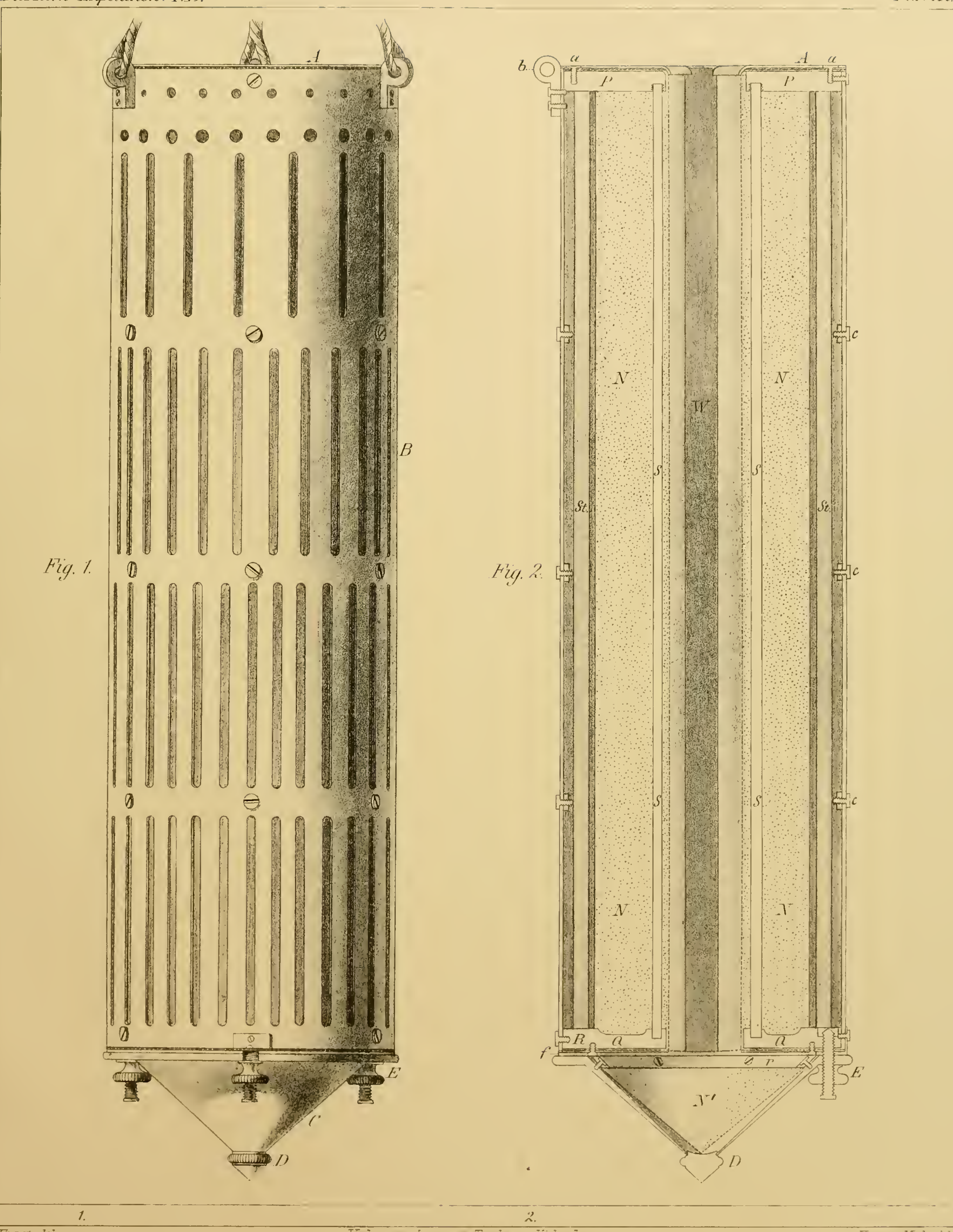




7. 3. 1.5. 2. 4. 6.

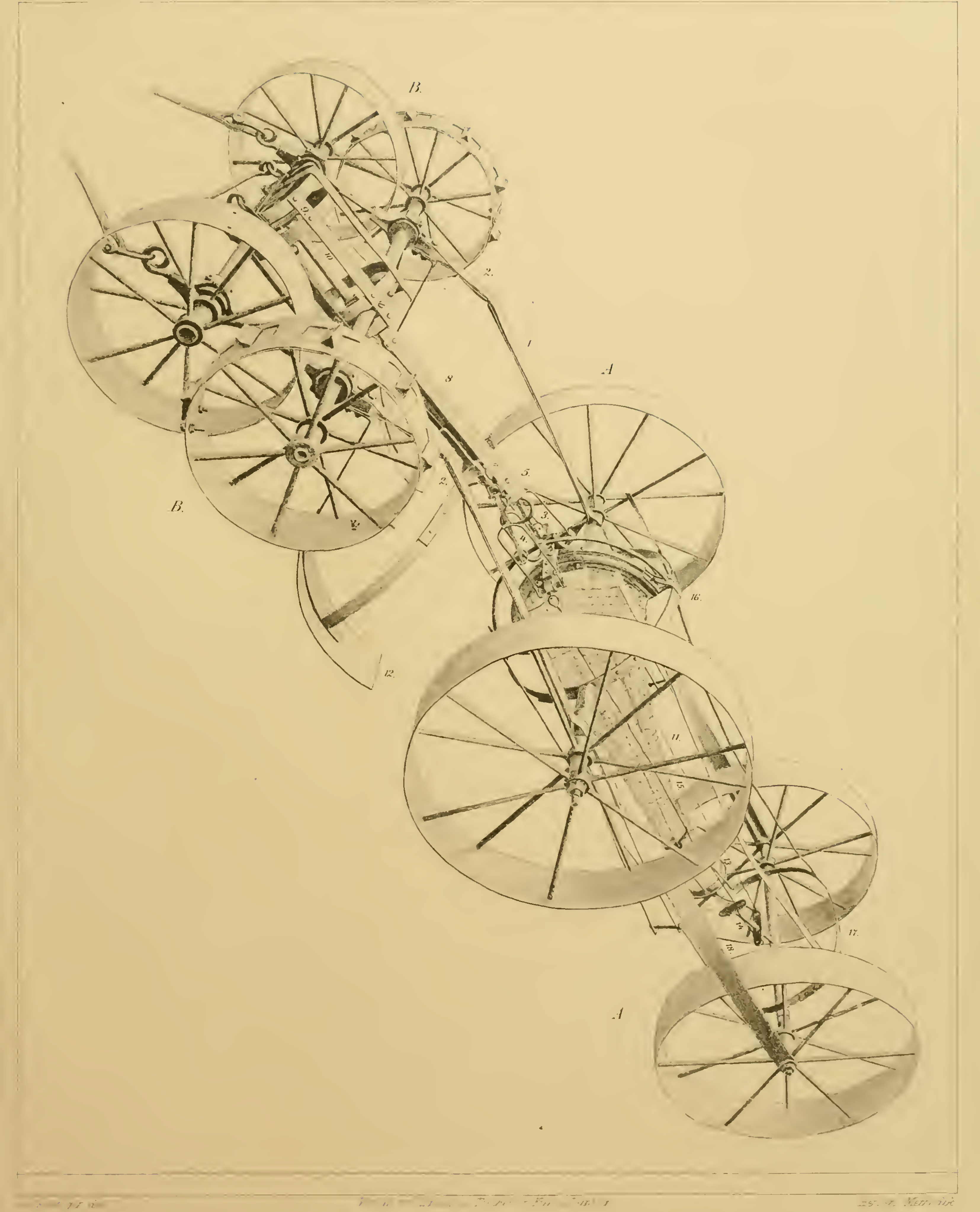
Fürst del. Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel u. Leipzig Hinsen Mechanik
Lith. Anst. u. Steindr. v. F. Wessner Berlin



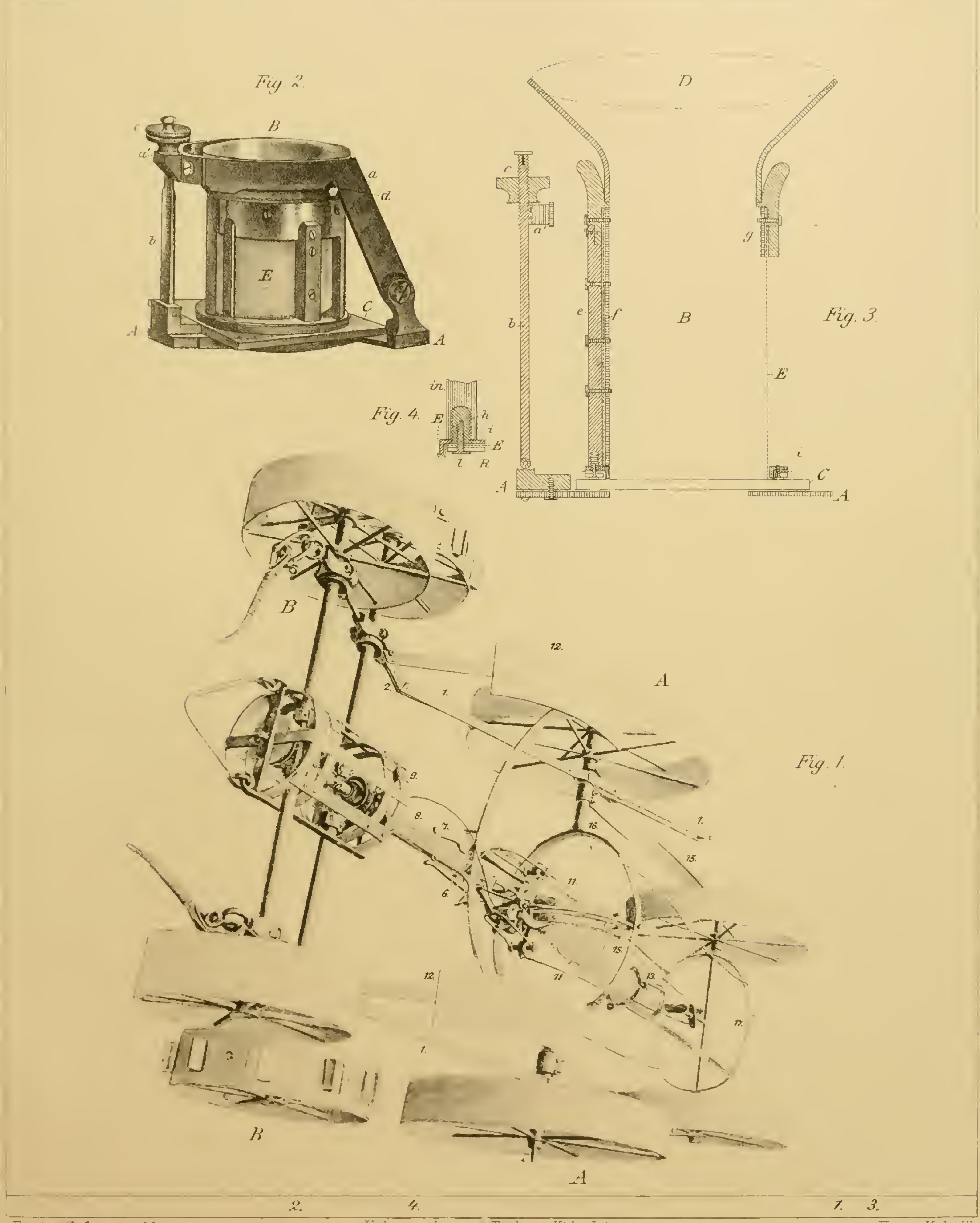


Fürst del.
Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel u. Leipzig
Lith. Anst. u. Steindr. v. F. Wiessner, Berlin




B.
A
B.
A

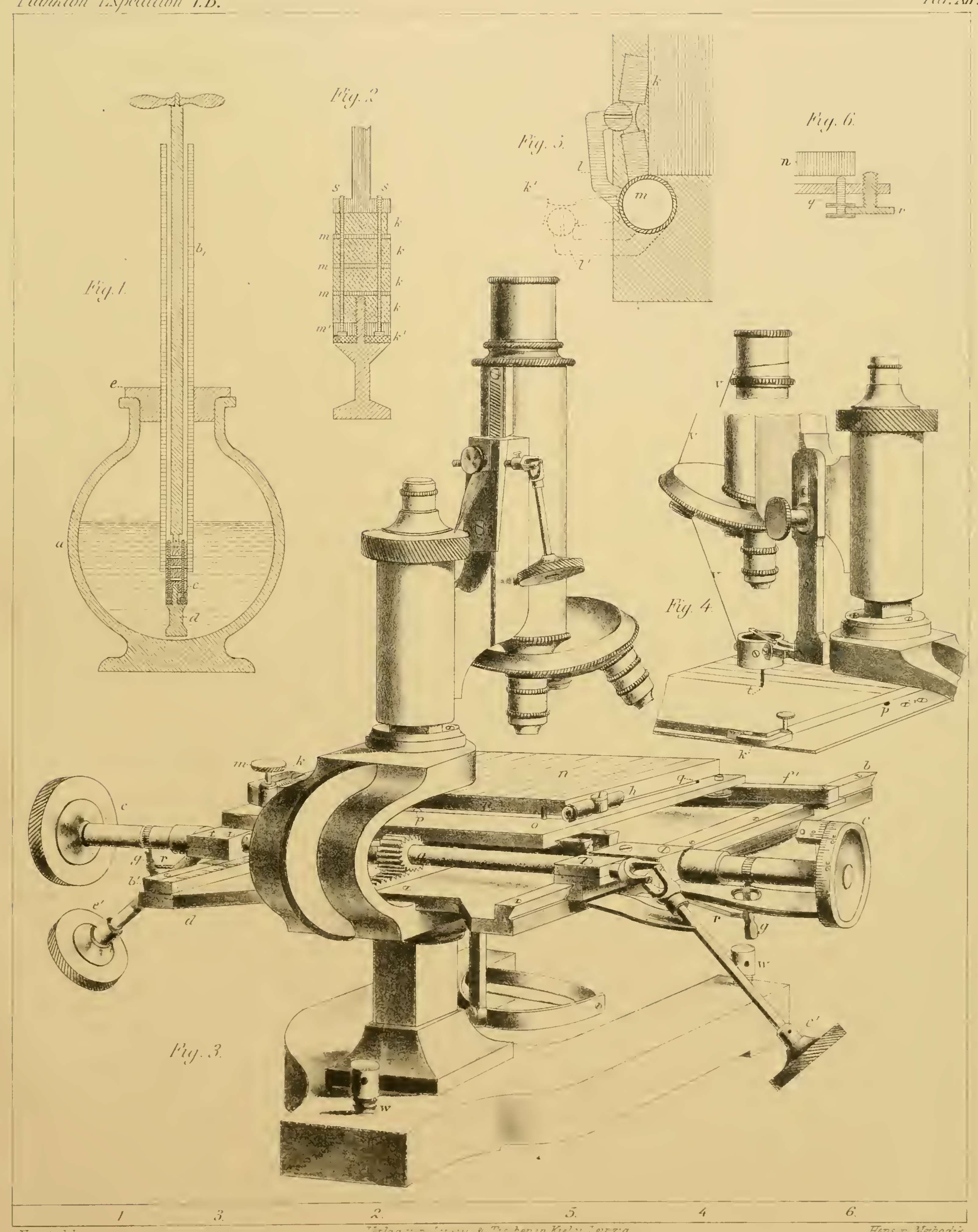




Fürst u. Hackentiger, del.
Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel u. Leipzig
Hensen, Mathe lith.

Lith. Anst. u. Steindr. v. F. Wiessner Berlin





1 3 2. 5. 4 6.

Fürst del. Verlag von Lipsius & Tischer in Kiel u. Leipzig. Ernst v. Maack lith.



Druck von A. Hopfer in Burg.





